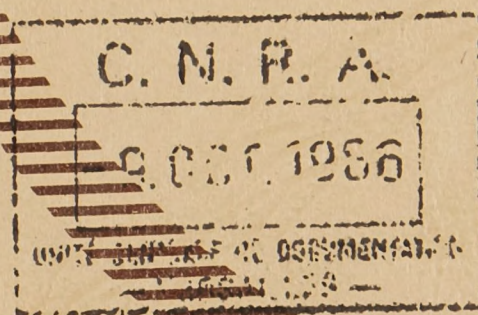


8-149
inra

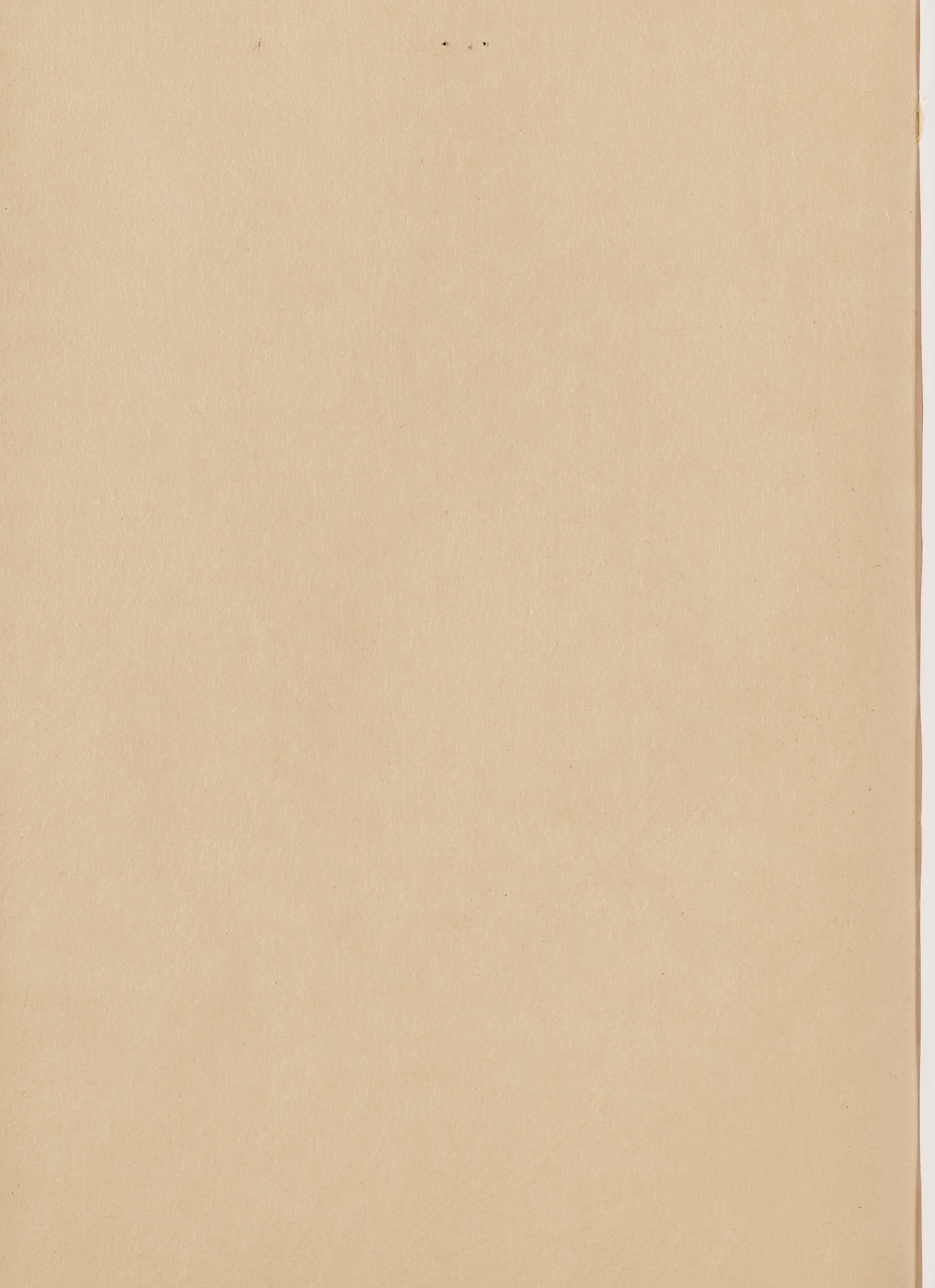
CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES
ET VETERINAIRES DE THEIX



BTT-66

BULLETIN TECHNIQUE
N° 65 - SEPTEMBRE 1986

trimestriel



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

**CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES
ET VETERINAIRES DE THEIX**

BULLETIN TECHNIQUE

N° 65 - SEPTEMBRE 1986

BULLETIN TECHNIQUE C.R.Z.V. THEIX

(21 910)

ABONNEMENT POUR L'ANNEE 1987

120,00 F T.T.C. (France)

165,00 F (Etranger)

à retourner à :

INRA - Service des Publications

Rte de St Cyr - F 78000 Versailles



Bulletin technique C.R.Z.V. Theix - 21910

1987 ABONNEMENT (4 numéros / an) France 120 F
SUBSCRIPTION (4 issues per year) Etranger
Abroad 165 F

NOM ou RAISON SOCIALE de l'organisme payeur :

Nombre d'abonnements demandés :	
DESTINATAIRE (S)	
Nom (Name) :	
Organisme (Organization) :	
Adresse (Address) :	Pays :
Code postal (Zip code) :	

Fourniture éventuelle des collections des années antérieures ☐
(4 numéros par an)

Date
Signature
(ou cachet)

Paiement ci-joint ☐
Enclosed payment ☐

Règlement sur facture ☐
Invoice requested ☐

Paiement à l'ordre du Régisseur des Publications C.C.P. 9064 - 43 V Paris
Payment should be made to Régisseur des Publications.

ABONNEMENT POUR L'ANNEE 1987

120,00 F T.T.C. (France)
165,00 F (Etranger)

à retourner à :
INRA - Service des Publications
Rte de St Gyr - F 75000 Versailles



Bulletin technique C.R.V. Theix - 21910

1987
ABONNEMENT (4 numéros/an) France 120 F
SUBSCRIPTION (4 issues per year) Etranger
Abroad 165 F

NOM ou RAISON SOCIALE de l'organisme payeur :

Nombre d'abonnements demandés :	
DESTINATAIRE (s)	
Nom (Nom) :	
Organisme (Organisation) :	
Adresse (Address) :	
Pays :	Code postal (Zip code) :

Date
Signature
(ou cachet)

Fourniture éventuelle des collets pour les numéros antérieurs : ☐

Réglement sur facture ☐
Invoice requested ☐

Paiement ci-joint ☐
Enclosed payment ☐

Paiement à l'ordre du Régisseur des Publications C.R.V. 9084 - 43 V Paris
Payment should be made to Régisseur des Publications

Sommaire

Le domaine de Marcenat et ses activités de recherches J.P. GAREL et M. PETIT	5
La conservation des foin humides : étude de différents conservateurs et conséquences de leur utilisation sur la valeur alimentaire J.P. DULPHY, P. ZWAENEPOEL et J. PELHATE	17
Association œstradiol - acétate de trenbolone et rétention azotée chez le veau de boucherie R. TOULLEC et Y. MANIS	25
Production de bœufs de différents types génétiques finis à l'auge à 30 mois (bilan de 7 années) P. GILLARD, D. LECONTE, J.J. CHAMBEYRON et J. FREBLING	31
Influence de facteurs biologiques et technologiques sur la couleur de la viande bovine M. RENERRE	41
Pâturage d'automne des génisses laitières J.L. TROCCON	47
Ensilage de maïs en libre service et accès limite pour les génisses J.L. TROCCON	51
Tissus adipeux, qualités organoleptiques et aptitudes à la transformation J.P. GIRARD	53
Sommaire des publications	61

Le domaine de Marcenat et ses activités de recherches

J.P. GAREL* et M. PETIT**

* INRA, Domaine expérimental de Marcenat, 15190 Condat

** INRA-CRZV Theix, Laboratoire de l'Elevage bovin, 63122 Ceyrat

Le domaine expérimental de Marcenat (Cantal), d'une superficie de 426 ha, est exploité en location par l'INRA, depuis 1962⁽¹⁾. Il est rattaché au Centre de Recherches zootechniques et vétérinaires de Theix (Département de Recherches sur l'Elevage et la Nutrition des Herbivores). Il se situe entre 1000 et 1300 mètres d'altitude, en bordure de la petite région agricole du Cézallier, vaste plateau qui constitue un trait d'union entre les Monts du Cantal et les Monts Dore.

L'INRA y réalise des travaux de recherche concernant les productions bovines de lait et de viande et l'exploitation des prairies d'altitude. Cinq à six cents bovins exploitent le Domaine et sont utilisés dans les travaux expérimentaux.

Conditions naturelles et utilisation des surfaces

Les sols du Domaine reflètent assez bien la moyenne de ceux de la région ; les secteurs basaltiques sont séparés par des bas-fonds glaciaires où apparaissent çà et là quelques tourbières. On trouve des sols légers, riches en matières organiques, de réaction acide, se travaillant bien dans les zones dépourvues d'affleurements rocheux. Les fonds glaciaires sont fertiles si le drainage est satisfaisant.

Le relief dans son ensemble n'est pas un obstacle à la mécanisation bien que la pente entraîne des efforts de traction supplémentaires et quelques contraintes quant aux choix des tracteurs et des machines agricoles.

Le climat est très rude bien que l'influence atlantique prédomine, le Cézallier étant un des premiers obstacles que l'on ren-

contre en venant de l'Océan. Les vents sont très fréquents tout au long de l'année. La température moyenne annuelle ne dépasse jamais 7° C (fig. 1a). L'écart entre les températures diurnes et nocturnes est souvent important au cours de l'été et les gelées peuvent se manifester au cours de la nuit durant les mois les plus chauds. La pluviométrie est importante : en moyenne 1200 mm (de 900 à 1500) pour les 10 dernières années. Elle est particulièrement bien répartie au cours de l'année (fig. 1b). L'enneigement est très variable d'une année à l'autre. Il est intermittent de novembre à fin décembre, et certaines années quasi-permanent de janvier à la mi-mars.

Dans ces conditions naturelles, le Domaine est quasi exclusivement herbager (tabl. 1). Si la croissance de l'herbe n'est généralement pas limitée par la pluviométrie, elle l'est beaucoup par la température. Cependant, des déficits hydriques temporaires peuvent avoir lieu en été, en raison de la faible capacité de rétention en eau des sols. Comme dans toute la région à cette altitude, la durée de végétation est de 4,5 à 5 mois, et la durée possible de pâturage de 6 mois (5 mois pour les « montagnes »).

Le Domaine englobe trois ensembles situés à 10 km les uns des autres (voir le plan) : les fermes de La Borie et de Ronzaine, et les « montagnes » (zones d'estivage) de Landeyrat.

La ferme de La Borie

Située en bordure Sud du bourg de Marcenat, elle a une superficie de **135 ha**, entre 1000 et 1100 m d'altitude. Elle entretient 100 vaches laitières et fournit une petite partie des fourrages hivernaux et du pâturage (déprimage) à 100 vaches allaitantes.

La ferme de Ronzaine

A proximité du bourg de Lugarde, cette unité d'une superficie de **85 ha** se situe à la limite du Cézallier et de l'Artense, à un peu moins de 1000 m d'altitude. Elle peut entretenir 70 vaches Salers et les génisses correspondantes.

(1) L'essentiel des surfaces du Domaine a été acquis en 1984 par la « Société civile immobilière du Domaine de Marcenat » et par des Collectivités territoriales locales (par l'intermédiaire de la SAFER d'Auvergne), ce qui a permis à l'INRA de se maintenir à Marcenat.

TABLEAU 1
Répartition et exploitation des surfaces (1985)

	Surface totale (ha)	Répartition de la S.A.U. (ha)		
		Prairies permanentes		Surfaces assolées
		Fauche	Pâturage	Fauche
La Borie (Marcenat)	135	59	64	10
Ronzaine (Lugarde)	85	42	42	-
Landeyrat 1 (Landeyrat)	134*	26	63	32
Landeyrat 2 (Vernols)	72	-	72	-
TOTAL	426	127	241	42

* dont 13 ha de zones marécageuses.

Les « montagnes » de Landeyrat

Elles appartiennent à un vaste plateau sans abri, avec un microclimat plus froid et plus venté qu'à Marcenat. La première « montagne » (le Picatou et Les Mas) couvre une superficie de **134 ha** dont 58 ha sont fauchés. Elle peut nourrir en plus 110 vaches allaitantes en estive. Son accès est aisé. Son altitude est voisine de celle de La Borie, le relief y étant moins accidenté. A ses pieds, la gare de Landeyrat, centre réputé de transhumance.

La seconde « montagne » (Le Castelou) est attenante à la précédente ; d'une surface **de 72 ha**, plus accidentée et plus haute, elle peut nourrir en estive l'équivalent de 65 vaches allaitantes.

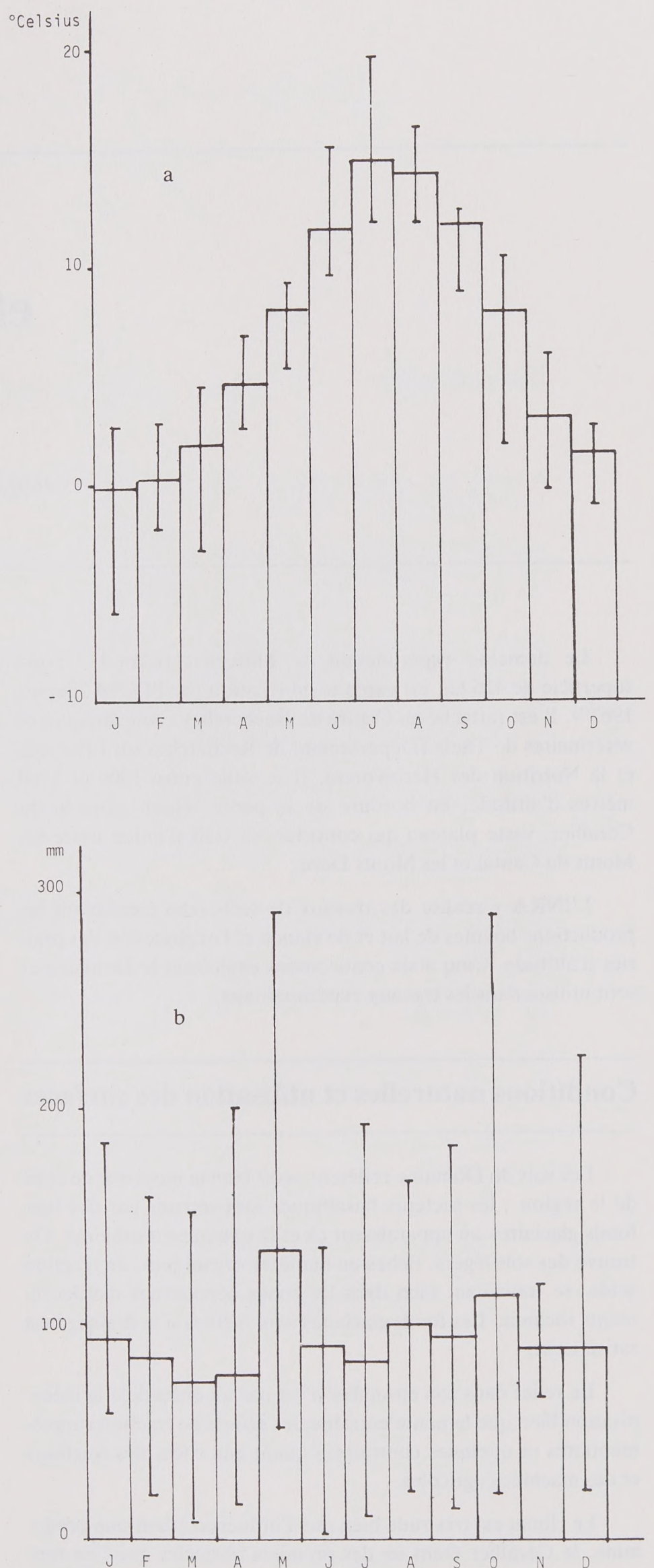
Les bâtiments agricoles sont soit de construction ancienne (fin du XIX^e ou début de XX^e siècle) soit plus « récents » (avant 1973). Les bâtiments anciens sont de type traditionnel avec étable au sol et réserve de fourrages à l'étage. S'y ajoutent une étable pour vaches laitières en stabulation entravée, des bâtiments agricoles aménagés, des abris pour le matériel et des silos. La capacité totale d'accueil est en 1986 de 430 places de bovins.

Les aménagements fonciers et l'amélioration des techniques d'exploitation (parcellaire, fumures...) ont permis de doubler le cheptel entretenu sur l'ensemble de l'exploitation, depuis 1962.

Les troupeaux

Le Domaine de Marcenat entretient dans son ensemble 270 vaches (dont 100 laitières et 170 allaitantes) et les génisses correspondantes, soit environ 120 élèves d'un an et 100 de deux ans.

Le troupeau laitier est composé pour moitié de vaches Pie-Noires et pour moitié de Montbéliardes. Il passe l'hiver en stabulation entravée, les rations de base étant constituées d'ensilage d'herbe et de foin. Au cours de la période de pâturage, ces vaches exploitent les surfaces attenantes à la ferme et sont traitées à l'étable.



Note : les barres verticales indiquent les valeurs extrêmes

FIG. 1 : Température et pluviométrie mensuelles moyennes (1971-1985)

Le troupeau allaitant comprend 170 vaches dont 110 Salers et 60 Limousines introduites en 1982. En hiver, elles sont à l'attache (vieux bâtiments) et sont nourries essentiellement de foin. Près des deux tiers de ce troupeau et toutes les génisses d'élevage passent l'essentiel de la période de pâturage sur les « montagnes ».

Les principaux thèmes de recherches

De par sa situation, le Domaine de Marcenat se trouve remarquablement placé pour expérimenter des formes de production agricole susceptibles d'être utilisées en *zone de demi-montagne humide, pour valoriser des surfaces herbagères d'altitude*. Cela lui permet de rejoindre les préoccupations régionales.

Les travaux entrepris depuis 1962 en commun par les agronomes et les zootechniciens ont permis de déterminer les potentialités de *production fourragère des prairies naturelles ou semées*, les voies d'amélioration (implantation de prairie, fertilisation, mode d'exploitation, ...) ainsi que les niveaux d'intensification possible. L'utilisation de cette production fourragère par les vaches laitières et allaitantes a fait l'objet de nombreux travaux, aussi bien au pâturage (méthode de pâturage plus ou moins intensive, ou plus ou moins simplifiée) que sous forme de foin et d'ensilage. Une attention particulière a été portée aux problèmes que pose *l'amélioration des pâturages* d'estive (annexe 3).

Les premiers travaux zootechniques (1965-72) ont porté sur le choix de la race de vache laitière adaptée aux conditions de montagne, question importante à l'époque (comparaison entre les races Frisonne, Montbéliarde et Salers) et sur l'utilisation de vaches Salers comme vaches allaitantes, en croisement avec des taureaux de race à viande.

Concernant *la production laitière*, on a ensuite cherché à voir comment des rations à base de foin et d'ensilage pouvaient assurer un bon niveau de production (de l'ordre de 4 500 kg par lactation) en limitant les apports d'aliments concentrés (annexe 1). On a étudié les conséquences de ces rations sur la qualité des fromages (Saint-Nectaire).

Plus récemment, l'accroissement généralisé du potentiel de production, l'instauration des quota laitiers et la nécessité de réduire les coûts ont incité à rechercher, pour des vaches de différents potentiels, les quantités d'aliment concentré minimales requises et le mode de conduite le mieux adapté à ces apports limités.

Ces études sont réalisées lors d'expériences à long terme, menées sur les mêmes vaches et qui sont différentes et complémentaires des essais habituels qui se limitent au court terme.

L'exploitation du troupeau Salers en vaches allaitantes a fait l'objet de nombreux travaux destinés à accroître la production de veaux sevrés (maîtrise de la reproduction, lutte contre la brucellose et les maladies des veaux nouveau-nés, adoption et allaitement d'un second veau,...) et aussi à réduire le coût d'entretien des mères (alimentation hivernale restreinte, chargement accru des pâturages,...) dans des expériences de longue durée (4 ans).

Ces travaux ont conduit les chercheurs à mener à Marcenat des recherches de base concernant la vitalité des veaux nouveau-nés, le comportement maternel des vaches, les conséquences de variations du niveau alimentaire de la vache allaitante et maintenant la capacité d'adaptation des bovins aux changements de milieux d'élevage.

Enfin, le Domaine fournit un grand nombre de références techniques utilisées par les chercheurs en économie qui s'intéressent tout particulièrement à l'exploitation des troupeaux de vaches allaitantes dans le Massif central.

Les problèmes posés par l'accroissement du potentiel laitier des vaches, la nécessité de réduire les coûts de production, les possibilités d'utilisation de races à viande dans cette zone, orientent actuellement la poursuite des recherches. Celles-ci contribuent à la fois à résoudre des problèmes appliqués et régionaux et à accroître les connaissances de base de portée générale sur les productions fourragères et leur utilisation, l'alimentation et la conduite des troupeaux laitiers, la production de viande à partir du troupeau allaitant.

Références bibliographiques

- COULON J.B., GAREL J.P., HODEN A., JOURNET M., LIENARD G., 1985. Production laitière en zone de montagne : effets pluriannuels du type de ration hivernale et du niveau de complémentation. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **61**, 31-48.
- DE MONTARD F., 1981. L'action des facteurs climatiques sur la croissance de l'herbe. Exemple d'une prairie à *Agrostis tenuis* et *Poa pratensis* des Monts d'Auvergne. *Fourrages*, **85**, 39-52.
- DULPHY J.P., GAREL J.P., ANDRIEU J.P., ROUEL J., 1984. Intérêt du ressuyage avant la récolte d'ensilages d'herbe destinés à des vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **55**, 17-23.
- DULPHY J.P., LIENARD G., ANDRIEU J.P., GAREL J.P., 1983. Intérêt d'une nouvelle ensileuse à double coupe : étude dans une zone de demi-montagne et conséquences économiques pour la production de lait. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **51**, 31-42.
- GAREL J.P., PETIT M., 1975. Essais de vélages à 2 ans en race Salers. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **20**, 21-27.
- GAREL J.P., HODEN A., 1985. Pâturage en zone de montagne : niveaux de chargement et de complémentation pour des vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **62**, 35-46.
- HODEN A., COLLEAU J.J., JOURNET M., GAREL J.P., 1973. Utilisation comparée des races Frisonne, Montbéliarde et Salers pour la production de lait en zone de montagne. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **13**, 37-43.
- HODEN A., GAREL J.P., MARQUIS B., MULLER A., JOURNET M., 1975. Complémentation des vaches laitières au pâturage. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **20**, 29-35.
- HODEN A., GAREL J.P., JOURNET M., LIENARD G., WEGAT-LITRE E., 1981. Foin, ensilage d'herbe ou ration mixte pour les vaches laitières en zone de demi-montagne et niveau optimum de complémentation. Résultats des 4 premières années d'expérimentation au domaine INRA de Marcenat. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **43**, 15-20.
- JEANNIN B., GAREL J.P., LOUYOT J., de MONTARD F., PETIT M., 1978. Production et utilisation rationnelle des pâturages d'altitude dans les montagnes humides du Massif central. in C.R. X^e Journées du Grenier de Theix, *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens*. Publ. INRA, 137-151.
- JEANNIN B., GAREL J.P., BERANGER C., MICOL D., 1984. Utilisation de prairies permanentes et temporaires par un troupeau de vaches allaitantes en zone de demi-montagne humide. *Fourrages*, **98**, 19-39.

LAFARGE M., GAULT C., 1985. Effets de conditions de sol et de fertilisation phospho-calciques sur la croissance de l'orge à 1100 m d'altitude, dans le Massif central. *Agronomie*, **5** (4), 313-323.

LEBLANC F., PETIT M., GAREL J.P., 1983. Le troupeau de vaches allaitantes au pâturage : influence du chargement à différentes périodes. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **51**, 57-62.

LE NEINDRE P., 1974. Production laitière de vaches allaitantes et liaison entre cette production et la croissance de leurs veaux. in « *L'Exploitation des troupeaux de vaches allaitantes* ». *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, n° spéc. 212-230.

LE NEINDRE P., GAREL J.P., 1979. Adoption d'un deuxième veau par des vaches plusieurs jours après la mise-bas. *Ann. Zootech.*, **28** (2), 231-234.

LE NEINDRE P., 1980. Quelques aspects relatifs au comportement du tout jeune veau. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **41**, 33-38.

LE NEINDRE P., POINDRON P., 1984. Le comportement maternel des ruminants et son influence sur la vitalité et la survie des agneaux et des veaux. Dans « *La Physiologie et la Pathologie périnatales chez les animaux de ferme* ». C.R. des XIV^e Journées du Grenier de Theix. Publ. INRA, 61-79.

LE NEINDRE P., 1984. *La relation mère-jeune chez les bovins : influence de l'environnement social et de la race*. Université de Rennes, 274 p. (thèse de Doctorat d'Etat).

LEVIEUX D., 1980. Transmission de l'immunité par le colostrum chez le veau. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **41**, 39-47.

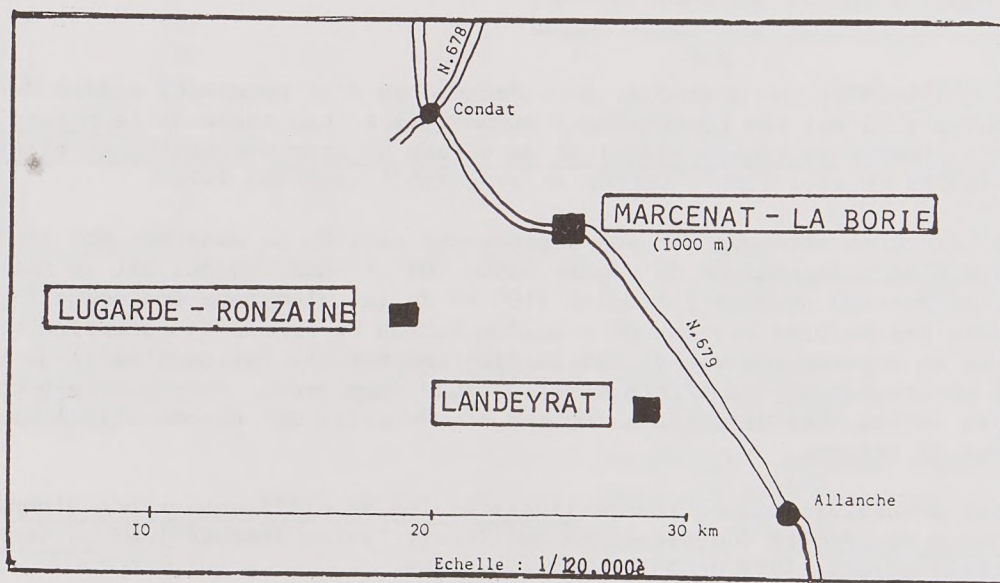
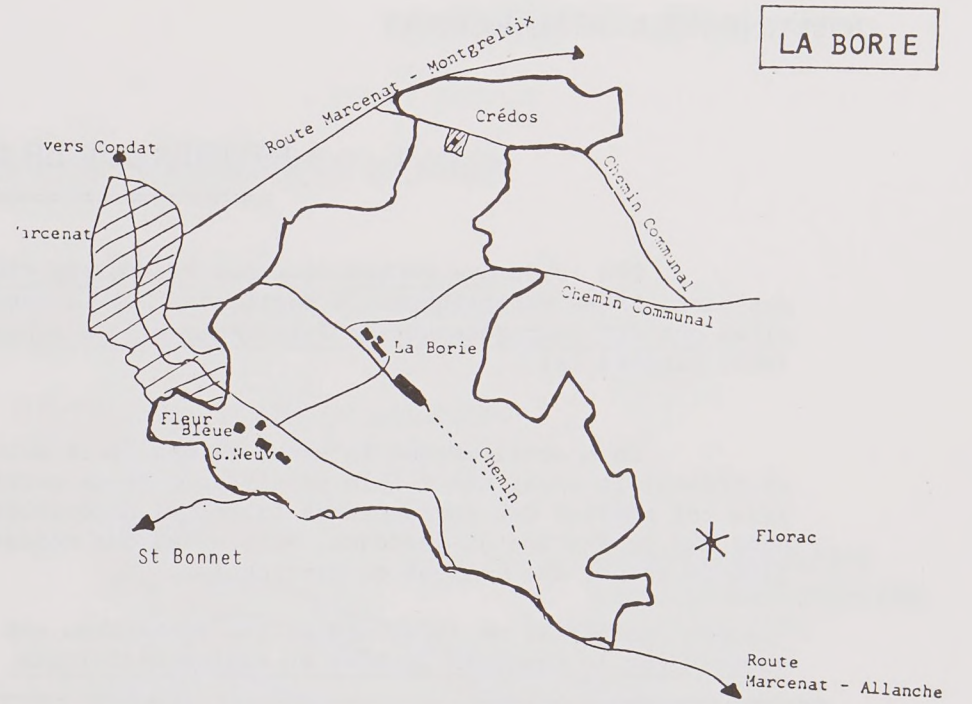
LOUYOT J.M., JEANNIN B., 1977. Productivité de la prairie permanente dans les zones d'altitude d'Auvergne. *Nouvelles des fourrages à l'INRA*, 74-78.

LOUYOT J.M., JEANNIN B., 1977. Productivité des cultures fourragères et annuelles dans les zones d'altitude d'Auvergne pour compléter la prairie permanente. *Nouvelles des fourrages à l'INRA*, 89-92.

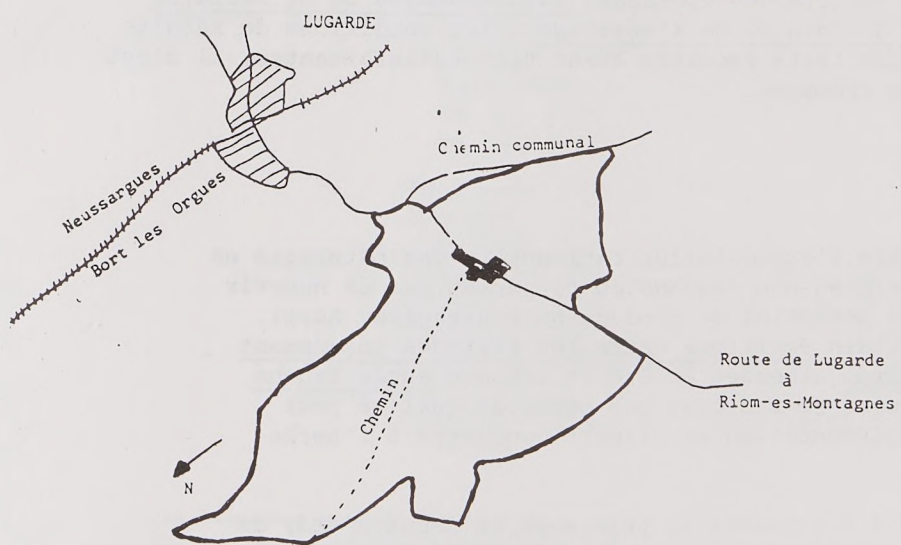
PETIT M., 1975. Vêlage précoce dans les troupeaux de vaches allaitantes. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **22**, 5-16.

PETIT M., 1978. Vaches nourrices. *Alimentation des ruminants*, Chap. 13 » p. 377-402.

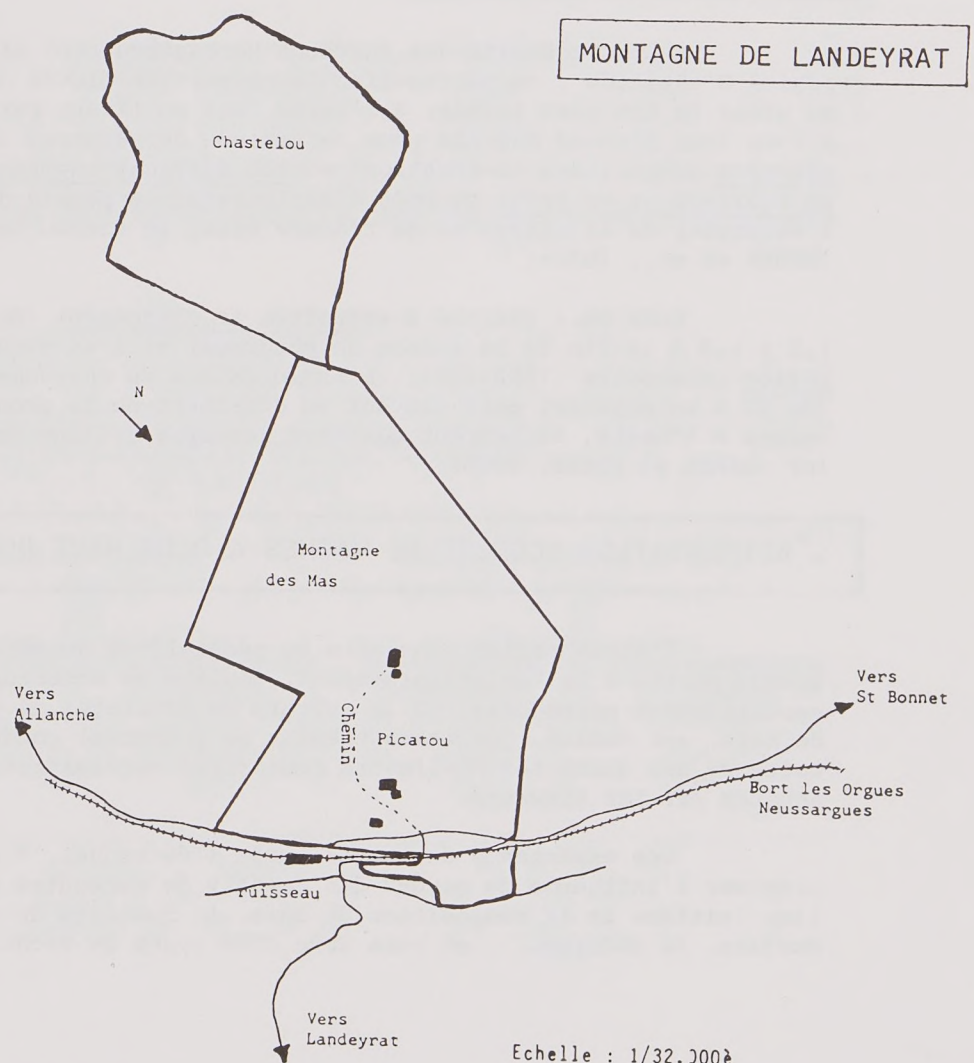
PETIT M., GAREL J.P., LE NEINDRE P., 1978. Allaitement de deux veaux par des vaches de race Salers. I. - Productions comparées de vaches allaitant 1 ou 2 veaux. *Ann. Zootech.*, **27** (4), 533-551.



RONZAIN



MONTAGNE DE LANDEYRAT



ETUDES SUR LE TROUPEAU LAITIER

=====

Dès 1966, des vaches de races Pie Noires FFPN et Montbéliardes ont été introduites sur le Domaine de Marcenat. Elles constituaient à partir de 1973 la totalité des 100 vaches du troupeau laitier. Dans l'intervalle, elles ont été comparées durant 3 lactations à un échantillon de vaches Salers traites sans le veau (HODEN et al., 1973, tableau 1a).

On a confirmé que la vache Salers était mal adaptée à la traite mécanique en l'absence de son veau, et présentait ainsi une faible persistance de sa sécrétion lactée. Les vaches des deux races laitières spécialisées ont réalisé des performances laitières honorables pour l'époque (1970-75) (environ 4400 kg par lactation) et dans des conditions de montagne. Mais elles ont nécessité une complémentation supérieure en concentré et aussi plus de soins, des membres en particulier.

A partir de 1974, toutes les recherches ont été orientées vers la valorisation des productions fourragères par le troupeau laitier en région d'altitude.

UTILISATION DES ENSILAGES D'HERBE ET DES FOINS

Durant 6 années (1974-1980), on a étudié, pour des vaches d'un potentiel modéré de production (moyenne économique de 4000 à 4500 kg) les conséquences techniques à long terme de la nature du fourrage hivernal de base (foin, ensilage d'herbe ou régime mixte) et du niveau de complémentation en aliment concentré (500 ou 700 kg/vache/an) (HODEN et al., 1981 ; COULON et al., 1985) (tableau 1b).

Les productions laitières obtenues sur les différentes rations de base ont été similaires, avec cependant un léger avantage technico-économique du régime mixte foin + ensilage qui est le mieux adapté aux situations d'altitude. La production moyenne a atteint 4100 kg de lait (moyenne économique) pour un apport total de concentré de 570 kg. Mais les faibles niveaux de complémentation hivernale ont entraîné une réduction de la production totale (- 260 kg en moyenne par vache), en particulier avec la ration d'ensilage d'herbe (- 420 kg par vache). La période de pâturage a eu des effets compensateurs importants, tant sur la production laitière que sur la reprise de poids des vaches. Les différents régimes alimentaires ont eu peu d'influence sur la reproduction, l'état sanitaire ou le taux de réforme.

Cette étude a été poursuivie par celles de l'utilisation de différents types d'ensilage. Elles ont porté notamment sur les machines de récolte (double-coupe améliorée, "autochargeuse") et la technique du ressuyage avant la mise en silo (DULPHY et al., 1983 et DULPHY et al., 1984).

Cependant, malgré les progrès importants réalisés dans les méthodes de récolte et de conservation, l'ensilage est mis en cause dans certaines dégradations de la qualité des fromages. 1400 fromages de St Nectaire ont été réalisés à Marcenat avec des laits de vaches recevant du foin ou de l'ensilage : les conditions de récolte et de conservation du fourrage et la qualité bactériologique des laits récoltés étant très satisfaisantes, il n'est pas apparu de différences marquées dans la qualité globale des fromages.

UTILISATION DU PATURAGE

L'hétérogénéité des surfaces herbagères rend difficile l'exploitation rationnelle des pâturages en région d'altitude ; en particulier la proportion élevée de surfaces non fauchables ne permet pas de nourrir au mieux le troupeau laitier à l'herbe tout en tirant parti du potentiel de production fourragère. Aussi, a-t-on tout d'abord cherché pour la période de pâturage un certain équilibre entre les surfaces uniquement pâturées (exploitées en rotation) et les surfaces supplémentaires allouées en été et automne après fauche en ensilage et en foin; ce mode d'exploitation a permis d'assurer au troupeau une herbe de qualité pour l'essentiel de la saison et de réduire ainsi le niveau de complémentation en aliment concentré à l'herbe (HODEN et al., 1975).

Puis on a cherché à accroître le chargement (de 2,8 à 3,6 vaches au printemps et début d'été, de 1,5 à 1,9 à la fin de la saison de pâturage) et à en mesurer les conséquences sur le niveau de complémentation nécessaire (1980-1983). L'augmentation du chargement a permis d'accroître la production à l'hectare (de 23 % en moyenne) mais souvent au détriment de la production individuelle et de la reprise de poids des vaches à l'herbe. Il ne peut pas être accompagné d'une économie supplémentaire d'aliment concentré (tableau 1c) (GAREL et HODEN, 1986).

L'ALIMENTATION ECONOMIQUE DE VACHES A PLUS HAUT POTENTIEL EN ALTITUDE

L'augmentation constante et généralisée du potentiel de production des vaches laitières, liée en grande partie à la "Holsteinisation", soulève de nombreux problèmes spécifiques aux régions d'altitude exclusivement herbagères, où la culture de fourrages de valeur alimentaire élevée et sûre, tel l'ensilage de maïs, est exclue. Cet accroissement de potentiel conduit logiquement à une augmentation importante et coûteuse des quantités d'aliments concentrés nécessaires par vache, qui risquent de ne pas pouvoir être achetés par les éleveurs.

Une expérience de longue durée (160 vaches, 4 lactations) a été mise en place en 1985 afin de préciser l'influence du niveau des apports de concentré et de leur répartition hivernale, sur la production laitière et la composition du lait, la quantité de fourrages ingérée, la santé des vaches, leur reproduction, la réforme..., et cela avec deux types de vaches: Montbéliardes et croisées Holstein Pie Noires.

INRA - MARCENAT

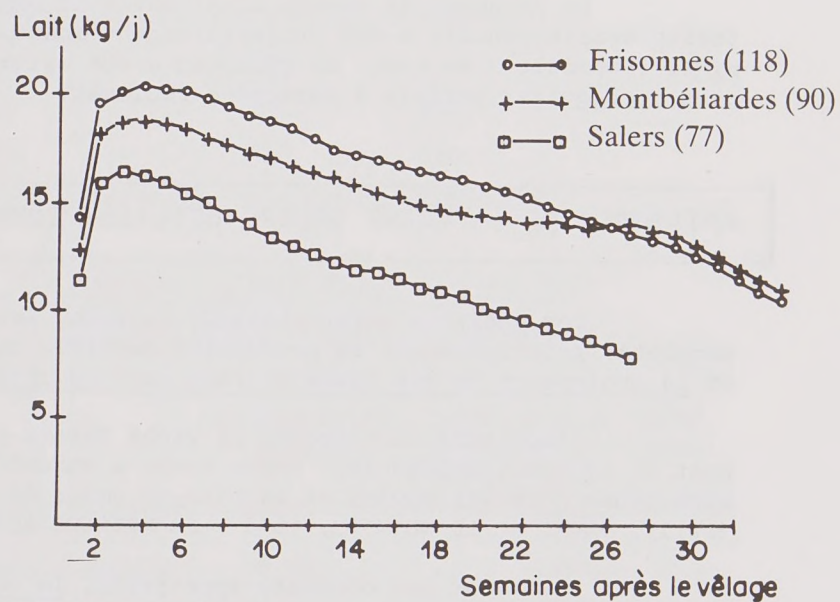
QUELQUES RESULTATS OBTENUS SUR LE TROUPEAU LAITIER

PRODUCTIONS LAITIÈRES DE VACHES FRISONNES PIE NOIRE, MONTBÉLIARDES ET SALERS

(1a) RESULTATS MOYENS PAR RACE ET COURBES DE LACTATION

RACE	N° de lactation (1)	Poids après le vêlage (kg)	Durée de lactation (j)	Prod. de lait (kg)	Taux butyreux g %
FFPN	1 (39)	490	329	4 148	38,9
	2 (37)	534	312	4 523	39,8
	3 (23)	566	312	4 926	40,1
MO	1 (33)	511	347	3 934	38,8
	2 (27)	552	309	4 305	38,6
	3 (18)	566	321	4 815	39,5
SL (2)	1 (31)	537	289	2 507	39,5
	2 (27)	601	260	2 691	39,6
	3 (19)	648	242	3 028	40,1

(1) Nombre de résultats entre parenthèses
(2) traites sans la présence du veau



FOIN, ENSILAGE D'HERBE OU RATION MIXTE POUR LES VACHES LAITIÈRES

(1b) PRODUCTION ET COMPOSITION DU LAIT (6 années expérimentales)

Ration de base Niveau de complémentation en aliment concentré	Foin (F)		Ensilage (E)		F + E	Total
	cc Haut	cc Bas (1)	cc Haut	cc Bas	cc Bas	
14 lères semaines de lactation hivernale n = 211						
Lait kg/j	18,5	17,4	18,9	16,1	17,4	17,6
Lait 4% kg/j	17,5	16,4	17,8	15,1	16,3	16,6
TB g p.1000	36,7	36,5	36,7	36,2	35,9	36,4
TA g p.1000	31,8	31,3	31,1	30,9	30,3	31,1
Lactation totale n = 338						
Lait kg	4245	4147	4368	3948	4173	4176
Lait 4% kg/j	4133	4029	4200	3805	4008	4035
TB g p.1000	38,3	38,4	37,6	37,6	37,6	37,9
TA g p.1000	33,2	32,7	32,4	32,4	31,8	32,5

(1) cc haut : complémentation au dessus de 5 kg de lait ; cc bas : au dessus de 10 kg de lait.

UTILISATION DU PATURAGE

(1c) INFLUENCE DU CHARGEMENT ET DU NIVEAU DE COMPLÉMENTATION EN CONCENTRÉ AU PATURAGE

(1981 et 1983; prairie naturelle; 12 vaches par traitement)

	Chargement modéré		Chargement élevé (+ 30%)	
	37 54		29 41	
ares/vache au printemps				
ares/vache en automne				
	complémentation élevée	complémentation faible	complémentation élevée	complémentation faible
Aliment concentré/vache (kg/j)	2,4	0,7	2,4	0,6
Lait brut produit/vache (kg/j)	18,8	17,4	17,7	16,8
Reprise de poids total des vaches (kg)	68	54	58	46

ETUDES SUR LE TROUPEAU ALLAITANT

=====

C'est grâce au troupeau Salers allaitant de Marcenat, en même temps qu'à celui du Domaine de Laqueuille (63) (Charolaises, Salers et Aubracs) qu'ont débuté en France les premières recherches réalisées par l'INRA sur le mode de conduite et l'alimentation de la vache allaitante et de son veau.

Le troupeau de vaches allaitantes du Domaine de Marcenat comprend 110 vaches Salers (dont la traite traditionnelle a été progressivement abandonnée il y a une vingtaine d'années) et 60 vaches Limousines introduites en 1982. Ce troupeau a été utilisé à la fois pour des études de base et pour des études plus appliquées, parfois à caractère régional.

APTITUDES DE LA VACHE SALERS UTILISÉE COMME VACHE ALLAITANTE

Les qualités maternelles de la vache Salers allaitant son veau ont été décrites de façon assez complète, principalement sa production laitière par pesée du veau avant et après la tétée (LE NEINDRE, 1974) et la croissance de ses veaux de race pure ou croisés Charolais (tableau 2a).

L'aptitude laitière de la vache Salers permet d'envisager l'allaitement simultané de deux veaux dont un adopté (tableau 2b); cette étude a engendré à la fois des travaux fondamentaux sur les relations mère-jeune chez les bovins et la mise au point de méthodes simples et efficaces d'adoption (tableau 2c) (PETIT, GAREL et LE NEINDRE, 1978 ; LE NEINDRE et GAREL, 1979).

Moyennant une conduite appropriée, le vêlage précoce à 2 ans permet aussi d'accroître le nombre de veaux produits par élevage, principalement en raison de la remarquable aptitude des génisses Salers à mettre bas sans difficultés (GAREL et PETIT, 1975 ; PETIT, 1976) (tableau 2f).

Les études sur la vache allaitante Salers se poursuivent actuellement : développement de la naissance à l'âge adulte, reprise de poids et engraissement après la réforme, adaptation à des conditions d'élevage difficiles...

ALIMENTATION DU TROUPEAU

De 1973 à 1982, les études ont porté principalement sur les possibilités d'économie alimentaire hivernale à la fois pour les génisses (tableau 2e) et les vaches (tableau 2d), grâce à une réduction du niveau d'alimentation et à la valorisation des fourrages pauvres..., ainsi que sur l'accroissement du char-gement au cours de la période de pâturage (LEBLANC, PETIT et GAREL, 1983).

Ces recherches ont largement contribué à la mise au point des recommandations alimentaires pour le troupeau allaitant (PETIT, 1978). Ces recommandations ont été testées durant cinq années (1977-1982) sur les mêmes vaches, dans nos conditions d'altitude où la longueur de l'hivernage accroît le problème des stocks fourragers et réduit les possibilités de reprise de poids et d'état des vaches à l'herbe (tableau 2d).

VITALITÉ DES VEAUX ET MÉTHODE D'ÉLEVAGE

Les pertes de veaux restant le principal fléau des élevages allaitants, des recherches de base ont été entreprises sur la physiologie et le comportement du veau nouveau-né, auxquelles le Domaine de Marcenat a participé, notamment pour ce qui concerne l'acquisition de l'immunité passive par le colostrum (LE NEINDRE, 1980 ; LE NEINDRE, POINDRON, 1984 ; LEVIEUX, 1980).

On a ensuite cherché à comparer différentes méthodes d'élevage dans le jeune âge et à mesurer leurs conséquences sur la vitalité des jeunes et les qualités maternelles des vaches (comportement, production laitière) (LE NEINDRE, 1984).

Désormais l'accent est mis tout d'abord sur les moyens de faciliter l'adaptation des animaux à un nouvel environnement, principalement lors de périodes réputées improductives : lors du sevrage, notamment pour les mâles destinés à l'engraissement, lors de la mise à l'herbe, de la rentrée en stabulation...; ensuite sur l'influence de l'alimentation pendant le jeune âge sur le devenir des femelles reproductrices : reproduction, sécrétion lactée, aptitude à supporter des périodes de restriction alimentaire. La présence du troupeau laitier et l'introduction récente du troupeau Limousin permettront d'élargir ces études à différents types d'animaux et de préciser certains avantages des vaches de races rustiques comme la Salers dans leur capacité d'adaptation à des conditions difficiles.

INRA - MARCENAT

QUELQUES RESULTATS OBTENUS SUR LE TROUPEAU
ALLAITANT

APTITUDES MATERNELLES DE LA VACHE SALERS ALLAITANTE

(2a) CROISSANCE DES VEAUX DE VACHES SALERS ET ISSUS DE PERES DE DIFFERENTES RACES (1966-69)

	Effectif	Poids naissance $\frac{\sigma + \varphi}{2}$ (kg)	Poids à 6 mois $\frac{\sigma + \varphi}{2}$ (kg)	Poids au sevrage (7,5 mois) σ	φ
Salers x Salers	173	36,6	219	279	249
Charolais x Salers	100	41,6	239	311	265
Blond d'Ag. x Salers	46	41,4	240	308	260

(2b) ALLAIEMENT DE 1 ou 2 VEAUX PAR VACHE
1965-1972

	1 veau/vache	2 veaux/vache
Poids au sevrage à 221 jours		
{ veau de la mère	280 kg	256 kg
{ veau adopté	-	241 kg
Production laitière de la mère (kg)	2 460 kg	2 830 kg
Temps de pâturage des veaux/jour	3H 25	4H 14

(2c) METHODES D'ADOPTION D'UN 2ème VEAU
4 JOURS APRES VELAGE (12 veaux/lot)

	présentation simple	présentation après un masquage visuel et olfactif
veaux adoptés	2/12	10/12
veaux tolérés	6/12	1/12
veaux refusés	4/12	1/12

ALIMENTATION HIVERNALE DE LA VACHE ALLAITANTE

(2d) NIVEAU D'ALIMENTATION HIVERNAL ET CHARGEMENT DU PÂTURAGE EN AUTOMNE

Expérience réalisée durant quatre années successives avec un troupeau de 80 vaches Salers soumises à un niveau d'alimentation haut ou bas en hiver et à un chargement du pâturage modéré à fort en automne (ferme de Ronzaine, 1977-1982). Le niveau d'alimentation hivernal bas correspond à une économie d'alimentation de 10 à 15 % et le chargement élevé en automne à une économie de surface de regains de 30 %.

	Niveau d'alimentation élevé en hiver		Niveau d'alimentation bas en hiver	
	modéré	élevé	modéré	élevé
Chargement du pâturage en automne.....	modéré	élevé	modéré	élevé
Nombre total de veaux produits par vache(1)	3,30	3,45	3,32	3,58
Date moyenne de vêlage	31/01	28/01	28/01	7/02
Poids au sevrage des veaux (kg)	294	298	305	278
Poids des vaches				
- à 4 ans et demi	591	590	573	568
- à 5 ans et demi	618	613	595	594

(1) La période de vêlage est fixée entre le 5/1 et 15/5. Au-delà, les vaches sont réformées

MÉTHODES D'ÉLEVAGE DES GÉNISSES

(2e) INFLUENCE DU NIVEAU D'ALIMENTATION
APRÈS SEVRAGE SUR LA CROISSANCE ULTERIEURE
(3 années)

Niveau d'alimentation hivernal (9-15 mois)	Haut	Bas
Gain de poids hivernal	645 g/j	270 g/j
Génisses présentant une activité ovarienne à 14 mois	20 %	0 %
Gain de poids estival	590 g/j	721 g/j
Poids à 20 mois	419 kg	398 kg

(2f) INFLUENCE D'UN VELAGE PRECOCE A 2 ANS
SUR LE DEVELOPPEMENT ULTERIEUR DES VACHES

	Premier vêlage à 3 ans	Vêlage à 2 ans et tarissement aussitôt après	Vêlage à 2 ans et allaitement du veau
Nombre	18	12	17
Poids à 2 ans	411 kg	458 kg	476 kg
Poids à 3 ans	523 kg	560 kg	512 kg
Poids à 5 ans	552 kg	595 kg	600 kg
Gain de poids de 2 à 5 ans	141 kg	137 kg	124 kg

ETUDES SUR LE PATURAGE ET LES PRAIRIES DE FAUCHE EN ZONE DE DEMI MONTAGNE HUMIDE

=====

Les recherches ont été orientées principalement vers la connaissance de la prairie naturelle d'altitude, mais aussi de la prairie temporaire complémentaire et même de toutes autres cultures adaptées aux conditions particulières du milieu.

LA PRODUCTION DES PRAIRIES NATURELLES

Le potentiel de production de la prairie naturelle mesuré en petites parcelles avec des fertilisations élevées peut atteindre 10 t de matière sèche (M.S.) en moyenne à Marcenat; il est assez voisin de celui de la prairie temporaire (dactyles, fétuques élevées, fléoles) en incluant son année de semis (sur cinq années), qui est possible au printemps seulement. Il est plus faible de 1,5 à 2,0 t. de M.S. dans les conditions de "montagnes" de Landeyrat. Dans tous les cas, 60 à 70 % de la M.S. totale sont produits lors du premier cycle de végétation, correspondant à une coupe en foin fin juin-début juillet (graphique 3a).

En grandes parcelles, la production de la prairie naturelle mesurée depuis 1966, varie à Marcenat entre 6 et 9 t. de M.S. (plus parfois un pâturage d'arrière saison) selon les conditions climatiques de l'année et avec une fertilisation azotée moyenne de 100 unités.

Exploitée à un rythme de pâturage (simulé par une coupe mensuelle), la production totale de M.S. est évidemment plus faible qu'à un rythme "fauche": en moyenne 7,1 t. au lieu de 9,6 t. pendant 7 années (tableau 3b). En conditions de pâturage réel en rotation, la M.S. totale offerte aux animaux est voisine de 6,5 t./ha.

IMPLANTATION ET PRODUCTION DES PRAIRIES SEMÉES ET DES CULTURES

L'implantation des prairies a été envisagée tout d'abord de manière classique avec retournement du sol, puis semis d'une prairie de longue durée ou succession culturale avec des cultures pionnières (céréale, plante sarclée) précédant le semis de la prairie. Les cultures pionnières et/ou une fragmentation poussée du tapis végétal initial (à la houe rotative) favorisent la bonne implantation de la prairie temporaire.

La simplification du travail au sol conduit à envisager des méthodes de semis direct, bien adaptées aux terrains difficilement labourables. Ces méthodes peuvent donner de bons résultats dans les conditions de Marcenat, mais la réussite du semis est plus aléatoire qu'avec un travail du sol, en raison du "mat" racinaire.

Dans tous les cas, le désherbage des jeunes semis a été indispensable, mais difficile à réussir. L'année d'implantation, la production automnale des semis réussis a varié dans de larges limites, de 0,5 à 3,5 t. de M.S. pour les fétuques et dactyles.

Les prairies temporaires produisent 7 à 13 t. de M.S. selon les années, avec peu de différences entre dactyles, fétuques ou ray-grass anglais. L'importance des repousses après le 15 juin (4,5 t.) ou au-delà de la fin juillet (1,6 t) est un élément favorable à la prairie temporaire (sauf la fléole) utilisée en complément de la prairie naturelle dont les repousses sont plus limitées (3,4 t. et 0,8 t. aux mêmes époques).

Ont également été observés les comportements de différentes cultures telles que les céréales de printemps (dont le rendement et la récolte sont aléatoires à cette altitude) et de plantes sarclées telles que les choux fourragers et la pomme de terre (tableau 3c).

MÉTHODES D'EXPLOITATION DES PATURAGES

Les régions d'altitude nécessitent des techniques d'exploitation de l'herbe adaptées à une durée de végétation courte et une pousse parfois explosive au printemps. La mise au point de ces techniques doit tenir compte de contraintes supplémentaires dont la plus importante semble être le pâturage obligatoire (sans possibilité de fauche) des zones d'estive et non mécanisables.

Les premières expériences ont porté sur l'amélioration des "montagnes", constituées de pelouse naturelle exclusivement pâturée. Un cloisonnement suffisant et un apport modéré et modulé d'engrais azoté (60 à 80 N) ont permis d'entretenir 3,3 génisses de 1 et 2 ans à l'hectare durant 145 jours (1100 m d'altitude), tout en leur assurant un gain de poids individuel de 700 à 800 g/jour (tableau 3d)

Par la suite, afin de mieux maîtriser la qualité de l'herbe offerte (montée en épis, qui est plus accentuée dans le cas de fertilisations élevées), le chargement a été accru au printemps, permettant de récolter une partie des fourrages hivernaux sur la même surface globale; les surfaces supplémentaires d'été et d'automne, constituées de prairie naturelle ou temporaire selon les cas, pouvaient être fauchées en foin ou en ensilage (tableau 3e)

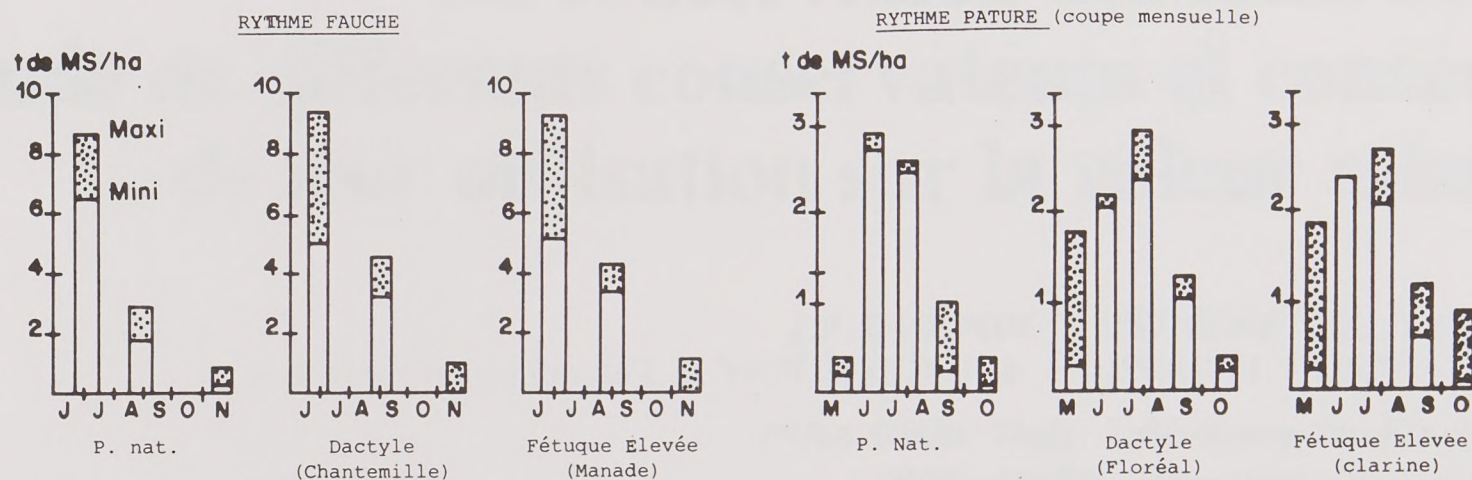
Les études sont actuellement orientées vers la mise au point de voies économiques d'entretien et de valorisation des pâturages améliorés d'altitude, avec des techniques d'exploitation simples (cloisonnement faible ou nul), peu coûteuses (fertilisation azotée limitée, valorisation des fumures organiques), et qui ne compromettent ni les performances animales, ni le chargement possible à l'hectare.

INRA - MARCENAT

PRODUCTION DES PRAIRIES, DES CULTURES ET UTILISATION DES PATURAGES

POTENTIEL DE PRODUCTION DE LA PRAIRIE NATURELLE

3a) PRODUCTION COMPAREE DES "NATURELLES" ET DES "TEMPORAIRES" (t. de M.S.)
(essais en petites parcelles, 220 N)



Pour chaque mesure, figurent les productions minimum et maximum enregistrées
Note : il s'agit pour les temporaires des années de "pleine" production

3b) PRODUCTION DE LA PRAIRIE NATURELLE SELON LE MODE D'EXPLOITATION (t. de M.S.)
(essais en petites parcelles, N.P.K. : 80-80-80)

	M.S. récoltée 1ère coupe	2ème coupe	Nbre d'exploit. en pâturage	M.S. pâturée	M.S. totale
Pâturage exclusif	-	-	5	7,1	7,1
Ensilage + Regain + Pâturage 20/6 20/8	5,0	2,3	2	0,8	8,1
Foin précoce + Regain + Pât. 30/6 30/8	7,2	1,7	2	0,6	9,5
Déprimage + Foin + Pâturage → 2/5 15/7	7,5	-	3	2,4	9,9
Déprimage + Foin + Pâturage → 16/5 30/7	6,3	-	3	3,0	9,3

PRODUCTIONS DE QUELQUES CULTURES ANNUELLES

3c) (petites parcelles)

	nombre d'années	Rendement/ha moyen	Rendements/ha extrêmes inter années
Céréales			
orge de printemps	15	33 qx	16-47
avoine de printemps	7	33 qx	23-52
Pomme de terre (12 variétés)	5	36 t	21-52
Choux fourrager	14	7,6 t de M.S.	4,5 à 12,8

UTILISATION DU PATURAGE

3d) UTILISATION DE LA "MONTAGNE"
par des génisses (1977-79)
(sans surface complémentaire)

Nombre de parcelles	1	3	6
Fumure azotée	0	0	60
	(P.K. 40-40)		
Chargement (kg/ha)	820	1070	1300
Durée de pâturage (j)	143	144	153
Gain de poids/animal (g/j)			
génisses de 1 an	863	740	752
génisses de 2 ans	842	712	793
Gain de poids vif/ha (kg)	241	272	348

3e) UTILISATION DE LA PRAIRIE NATURELLE
PAR DES VACHES ALLAITANTES (4 années)
(avec surface complémentaire soit de
P. naturelle, soit de P. temporaire)

Nature de la surface complémentaire	P. Nat.	P. Temp. Charg ^t faible	P. Temp. Charg ^t élevé
Surface allouée (ares/vache)			
surface de pâturage naturel	38	38	30
surface totale	70	70	56
Gain de poids des veaux (kg/j)	1,03	1,06	1,07
Gain de poids total des vaches (kg)	67	68	69
Surface fauchée (ares/v)			
1ère coupe	26	26	18
2ème coupe	7	12	4
M.S. récoltée par vache (t)	1,4	1,7	1,1
Production par ha total			
Gain de poids vif (kg de veau)	213	217	269
M.S. fauchée (t)	1,7	2,3	1,9

La conservation des foins humides : étude de différents conservateurs et conséquences de leur utilisation sur la valeur alimentaire

J.P. DULPHY, P. ZWAENEPOEL* et J. PELHATE **
avec la collaboration de L. L'HOTELIER, J.M. BOISSAU, J. BONY*** et J. ROUEL***

INRA-CRZV Theix, Laboratoire des Aliments, 63122 Ceyrat

* CEMAGREF - Montoldre, 03150 Varennes-sur-Allier

** Faculté des Sciences, Laboratoire d'Agrobiologie,
6, avenue Victor le Gorgeu, 29287 Brest Cedex

*** INRA, Domaine d'Orcival, 63210 Rochefort-Montagne

La mauvaise appréciation de la teneur en matière sèche des foins lors du pressage entraîne leur échauffement en grange (PELHATE, 1986). Les foins doivent en effet être rentrés suffisamment secs, mais la question est souvent posée de savoir si on peut soustraire un fourrage encore légèrement humide aux aléas climatiques sans le ventiler. Seul le recours à un conservateur a des chances de permettre un tel sauvetage ou simplement le contrôle de l'échauffement des foins. C'est pourquoi les études sur ce sujet ont été nombreuses au cours des dix dernières années (revue de ZWAENEPOEL *et al.*, 1986d).

Malgré des premiers résultats décevants (DULPHY et ZWAENEPOEL, 1978), nous avons poursuivi l'étude des conservateurs pour foins humides. En effet, dès 1975, KNAPP, HOLT et LECHTENBERG proposaient l'utilisation d'un produit diffusant plus facilement dans le foin : l'ammoniac anhydre. Par ailleurs des tentatives étaient faites pour remplacer l'acide propionique par des sels d'ammonium, peu volatils et non corrosifs. Puis l'urée a été proposée comme source d'ammoniac facile à manipuler (BUHLMANN et WURTELE, 1982). Nous avons donc étudié ces 3 produits en y joignant le sel (NaCl) qui est encore parfois utilisé comme conservateur.

Le présent article a pour objectif de présenter l'ensemble des essais entrepris en insistant davantage sur ceux effectués à l'INRA, et dont les résultats n'ont pas été publiés jusqu'alors. Ces essais ont consisté à comparer les différents conservateurs choisis sur des lots de foin de 400 kg à 5 tonnes. Une partie des foins ainsi traités a été distribuée à des moutons.

* Ce produit a été mis au point par la firme BP sous le nom d'« Actifoin ». Que cette firme soit remerciée pour le soutien qu'elle a apporté à ce travail.

L'ensemble des essais s'est déroulé de 1982 à 1985 à Montoldre, à Orcival et à Theix. Les principales caractéristiques de ces essais figurent dans le tableau 1. Ceux concernant l'ammoniac seul ont déjà été publiés. Il reste donc à exposer ici ceux concernant le propionate acide d'ammonium*, le chlorure de sodium (sel) et l'urée.

Essai I

A partir d'un fourrage de luzerne de 3^{ème} cycle en cours de fanage, nous avons préparé, au cours de deux journées consécutives, deux séries de foin. Les conservateurs utilisés et leur dose ainsi que les caractéristiques des foins figurent dans le tableau 2. Les différents lots de foin, avec une teneur en matière sèche de 65-70 p.100, ont été récoltés en balles de moyenne densité. L'Actifoin a été appliqué par pulvérisation lors de la rentrée de l'andain dans la presse. Le sel et l'urée ont été introduits dans le foin au cours de son pressage. Enfin l'ammoniac a été injecté dans un tas de foin bâché hermétiquement. Chaque lot de foin pesait environ 400 kg et était entouré de paille pour limiter les échanges de chaleur avec l'extérieur, ceci pour des nécessités expérimentales seulement.

Les différents lots de foin ont très peu chauffé (tabl. 2), probablement à cause d'une teneur très faible en glucides solubles et d'un effet de masse négligeable. C'est le foin conservé avec l'urée qui a le plus chauffé mais, dans la série où était étudié ce conservateur, le foin humide non traité n'a pas chauffé. On peut simplement noter, du point de vue thermique, un léger effet bénéfique

TABLEAU 1

Caractéristiques des essais de stockage de foins
avec adjonction de conservateurs (1982 à 1985)

Année de l'essai	Lieu	Produits étudiés	Thème de l'essai	- Fourrage - Animaux	Références
1982	Montoldre	NH ₃	. Dose du produit . Teneur en MS du foin	. Ray-grass . Moutons	ZWAENEPOEL et al., 1986a
1983	Montoldre	NH ₃	Durée de confinement	. Graminées . Moutons	ZWAENEPOEL et al., 1986b
1983	Theix	. Propionate de NH ₃ . Sel . Urée . NH ₃	Comparaison	. Luzerne . pas de mesures sur animaux	Essai I
1983	Orcival	. NH ₃ . Urée . Propionate de NH ₃ . Sel	Comparaison	. Prairie naturelle . Moutons	Essai II
1983	Orcival	NH ₃		. Prairie naturelle . Vaches laitières	DULPHY, ROUEL et BONY, 1985
1983	Laqueuille	NH ₃		. Prairie naturelle . Génisses	DULPHY, BONY et ROUEL, 1986
1984	Montoldre	NH ₃		. Fétuque . Moutons	ZWAENEPOEL et al., 1986c
1984	Theix	Propionate de NH ₃		. Luzerne . Moutons	Essai III
1984	Orcival	NH ₃	Fractionnement de l'injection	. Prairie naturelle . Moutons	Essai IV
1984	Orcival	NH ₃		. Prairie naturelle . Vaches laitières	DULPHY, ROUEL et BONY, 1985
1985	Orcival	NH ₃	Etude de la complémentazotée	. Prairie naturelle . Génisses	DULPHY, BONY et ROUEL, 1986

de l'Actifoin le premier jour. Quant à l'échauffement du foin traité à l'ammoniac il a été de courte durée et provoqué par le seul effet exothermique de la dissolution et de la refixation de l'ammoniac.

Les foins expérimentaux n'ont pas été distribués à des animaux mais simplement analysés au laboratoire (tabl. 2). La digestibilité *in vitro* (méthode de J. AUFRERE, 1982) a été la plus faible pour les 2 foins humides non traités et la plus forte pour le foin traité à l'ammoniac. Les effets respectifs des 3 autres conservateurs n'ont pu être mis en évidence. La teneur en MAT insoluble dans la pepsine, qui renseigne sur l'indigestibilité de l'azote, a

peu varié, ce qui est en accord avec les faibles échauffements. On peut noter simplement une valeur plus faible pour l'Actifoin (2^e série seulement) et une plus forte pour l'ammoniac.

Les caractéristiques de la microflore ont été mesurées sur les 9 foins expérimentaux (tabl. 3). Certaines espèces présentes dans ces foins peuvent être gênantes (PELHATE, 1986). En effet *Eurotium amstelodami* appartient à un groupe qui a pu être donné pour responsable de troubles digestifs. *Aspergillus fumigatus* est un agent de mycose bien connu. *Penicillium lanosum* n'est pas spécialement cité par les toxicologues, mais il confère une odeur de moisi qui pourrait conduire à l'inappétence. *Penicillium*

TABLEAU 2

*Teneurs en matière sèche, caractéristiques de l'échauffement
et composition chimique des foins étudiés*

	Dose de conservateur par tonne de foin brut	Teneur en MS ‰ Lors du pressage	A l' ouverture	Température maximum atteinte (temps mis pour l'atteindre)	Moyenne des températures journalières des foins	Somme* des écarts de tempé- rature	Teneur en g/kg MS		Digestibilité cellulasique ** %	Insoluble pepsique *** g/kg MS
							MM	MAT		
Essai I : luzerne										
(sur 30 jours)										
1ère série										
Lors du pressage							(98	155)	(61,0	36)
Témoin ventilé	-	696	868	n.d.	n.d.	n.d.	105	166	62,8	36
Témoin humide	-	684	810	32 (100 h)	22,1	231	106	169	58,3	36
Foin humide + Actifoin	16,5 l	660	762	21 (142 h)	17,4	90	120	178	62,6	36
Foin humide + sel	20 kg	650	774	28 (142 h)	21,7	219	151	173	64,6	34
2ème série										
Lors du pressage							(107	184)	(67,0	40)
Témoin humide	-	664	825	16	15,1	21	124	176	60,2	38
Foin humide + Actifoin	18 l	652	768	15	14,4	0	119	182	62,4	35
- + sel	20 kg	680	765	16	15,1	21	145	183	61,7	41
- + urée	40 kg	656	782	28 (150 h)	23,9	285	107	338	62,5	37
- + NH ₃	20 kg	736	708	43 (4 h)	18,1	111	118	272	66,3	46
Essai II : Prairie naturelle										
(sur 20 jours)										
Témoin sec	-	756	854	27	20,5	0	88	152	65,8	38
Témoin humide	-	715	853	58 (76 h)	42,5	440	82	158	61,6	43
Foin humide + Actifoin	8 l	736	848	48 (128 h)	32,6	242	nd	nd	nd	nd
- + sel	26 kg	724	830	48 (136 h)	32,0	230	nd	nd	nd	nd
- + urée	38 kg	754	768	41 (20 j)	33,9	268	nd	nd	nd	nd
- + NH ₃	22 kg	725	753	52 (4 h)	36,8	326	86	264	65,2	52
Essai III : luzerne										
(sur 12 jours)										
Témoin sec	-	810	842	24 (11 j)	16,8	- 69	101	133	60,8	30
Témoin humide	-	610	819	47 (6 j)	35,4	159	112	147	58,7	38
Humide + Actifoin	12 l	610	796	28 (8 j)	25,6	44	102	153	59,2	38
Essai IV : Prairie naturelle										
(sur 20 jours)										
Témoin sec	-	799	857	nd	nd	nd	90	173	68,8	44
Témoin humide	-	658	860	40 (5 j)	25,4	110	105	182	65,5	61
Humide + NH ₃ (une fois)	26 kg	667	737	48 (2 j)	36,8	338	96	286	71,5	52
Humide + NH ₃ (trois fois)	23 kg	704	765	45 (12 j)	42,8	460	109	260	68,8	61
						(+ 164 sur 18 j)				

* Il s'agit des écarts journaliers de température entre la température ambiante et celle dans le foin

** Méthode de J. AUFRERE (1982)

*** Il s'agit de la teneur en MAT insoluble dans la pepsine (GOERING et VAN SOEST, 1970).

TABLEAU 4

Résultats des mesures de valeur alimentaire faites sur moutons

	Essai II			Essai III			Essai IV			
	Prairie naturelle			Luzerne			Prairie naturelle			
	S	H	H + NH ₃	S	H	H + Acti- foin	S	H	H + NH ₃ 1 fois	H + NH ₃ 3 fois
Ingestibilité (g MS/kg P ^{0.75})	64,2	65,9	76,2	62,7	65,3	63,9	65,1	65,5	70,2	67,2
Digestibilité de la MO (%)	65,2	63,0	67,8	57,0	55,0	55,9	68,7	64,9	68,1	66,2
Matières azotées non digestibles	50	55	106	45	52	52	54	73	116	114
PDIN	94	98	129*	88	97	101	107	113	134*	123*
PDIE	90	90	94*	84	87	90	96	98	98*	97*
MAD	102	103	158	88	95	101	119	109	170	146
UFL/kg MS	0,77	0,74	0,82	0,61	0,58	0,60	0,83	0,77	0,82	0,79
Bilans azotés (g/jour/animal)										
N ingéré	34,2	36,8	70,5	30,4	34,9	36,1	37,5	39,5	66,6	57,9
N fécal	11,2	12,6	28,2	10,3	12,5	12,4	14,8	15,7	26,8	25,1
N urinaire	21,0	20,9	37,0	21,6	23,3	23,2	22,1	22,1	37,8	30,9
N retenu	+1,97 ^a	+3,21 ^a	+5,35 ^a	-1,57 ^a	-0,87 ^a	+0,44 ^a	+0,66 ^a	+1,73 ^a	+1,95 ^a	+1,93 ^a
(+ $\sqrt{\quad}$)	(+ 2,7)			(+ 2,2)			(+ 3,5)			

S : foin sec

H : foin humide

* : calcul d'après DULPHY, BOISSAU, LEBLANC (1984).

Essai III

Cet essai a été réalisé avec un foin de luzerne de 2^e cycle pour étudier, à nouveau, le propionate acide d'ammonium. Dans cet essai, effectué avec un foin très humide, le produit testé a bien limité l'élévation de température (tabl. 2). Malgré cela il n'y a pas eu, au niveau de l'azote insoluble dans la pepsine, de différence entre les foins humides respectivement traités ou non.

Les analyses de la microflore (tabl. 3) montrent que le recours à l'Actifoin a notablement modifié le cortège floristique et atténué certains éléments majeurs, en particulier les actinomyètes dont on connaît l'activité dégradante. Toutefois, le traitement n'a pas apporté les garanties suffisantes vis-à-vis, notamment, d'espèces à risque tel que l'*Aspergillus fumigatus* et, dans une moindre mesure, l'*Eurotium amstelodami*.

Avec les moutons, nous n'avons pas noté de différence appréciable de valeur alimentaire entre les différents foins (tabl. 4), si ce n'est, pour le foin humide traité, une tendance (non significative) à une meilleure rétention azotée, essentiellement liée à une teneur un peu plus élevée du foin correspondant en MAT.

Essai IV

L'objectif de cet essai, comme de celui réalisé au CEMA-GREF (ZWAENEPOEL *et al.*, 1986 c) était d'essayer de réduire l'effet néfaste du traitement à l'ammoniac dû à l'échauffement sur la valeur azotée des foins (HODEN et DULPHY, 1985). Pour cela nous avons étudié l'effet du fractionnement de l'injection d'ammoniac, en espérant que cette technique limiterait l'élévation de température observée lors de l'injection.

Les résultats indiquent qu'il n'y a pas eu d'échauffement excessif, les températures dans les tas n'ayant pas dépassé 48° C ; mais la quantité de chaleur dégagée a été nettement plus élevée pour les foins traités et le fractionnement de l'injection n'a pas eu l'effet attendu (tabl. 2). Notons aussi une teneur en MAT excessive pour les 2 foins traités et une baisse de la digestibilité cellulosique pour le foin humide non traité.

Sur moutons, le foin témoin humide a été moins digestible que le foin témoin sec (-3,8 points ; tabl. 4), mais aussi bien ingéré. Il a eu, d'après les bilans azotés, une valeur azotée correcte. Le fait d'injecter l'ammoniac en 3 fois n'a eu aucun effet positif décelable sur la valeur azotée du foin traité.

Discussion - Conclusion

Dans la littérature, il paraît régulièrement des articles sur les conservateurs de foin, mais très souvent les essais ne portent pas sur animaux. C'est pourquoi nous avons cherché à combler cette lacune en faisant consommer un maximum de foins traités et leurs témoins afin de mieux comparer les éventuels avantages pour l'éleveur des conservateurs étudiés.

Notons par ailleurs que l'étude des conservateurs de foin nécessite systématiquement la mise en place de deux foins témoins, un témoin séché dans de bonnes conditions (notamment par ventilation) et un témoin humide non traité. Bien qu'elle complique l'expérimentation, cette méthodologie apparaît absolument nécessaire.

Avant de passer en revue les différents conservateurs étudiés, il faut rappeler certaines caractéristiques des foins stockés humides. Bien qu'ils soient récoltés plus tôt que les foins secs, ils ont, en général, une digestibilité plus faible que ceux-ci (ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1986). Cela s'explique surtout par une baisse de digestibilité des MAT due à leur échauffement et par une diminution de leur teneur en glucides solubles, ces phénomènes ayant pour origine principale le développement de la microflore. L'échauffement s'accompagne de la dessiccation et de la stabilisation progressive du foin en grange. La microflore, souvent abondante et présentant parfois des risques pathogènes (PELAHTE, 1986), n'a pas entraîné, chez les moutons, de baisse de l'ingestibilité des foins. Cette absence de réaction n'est probablement pas à généraliser à d'autres animaux, mais il est bien connu que les foins qui ont beaucoup chauffé peuvent être très appétibles. Enfin, dans nos essais, la valeur azotée des foins humides non traités ne semble pas avoir été altérée mais, il est vrai, nous n'avons jamais noté d'échauffements excessifs. On sait également qu'un léger échauffement améliore même la valeur azotée (DEMARQUILLY et ANDRIEU, 1986).

Nous avons étudié 4 conservateurs : le sel, le propionate acide d'ammonium, l'ammoniac et l'urée. Nous n'avons pas recherché de produits nouveaux car les quatre cités sont ceux qui sont - ou ont été - les plus étudiés, mis à part l'acide propionique que nous avons déjà expérimenté (DULPHY et ZWAENEPOEL, 1978) et qui n'a pas été réutilisé dans ces essais.

Autrefois, le sel était utilisé pour aider à la conservation du foin rentré en vrac ou en balles de basse densité. En fait, son efficacité est très contestée (ZWAENEPOEL *et al.*, 1986d). Dans nos essais nous n'avons pas noté non plus une grande efficacité du sel, mais son introduction dans des balles de moyenne densité ne peut pas être correctement réalisé si on ne dispose pas d'un appareil adapté. Des doses élevées pourraient être plus efficaces, à condition que le mélange foin + sel soit très homogène, ce qui nous paraît très aléatoire, tandis que l'addition de plus de 20 kg/tonne comporterait des risques pour les animaux. A la dose de 2 p.100, on le considérera donc plutôt comme un facteur d'appétence.

Il y a une dizaine d'années, beaucoup d'espoirs avaient été fondés sur l'utilisation de l'acide propionique et beaucoup d'études ont suivi, notamment en Angleterre; malgré tout, elles n'ont

pas abouti. Cet acide a été remplacé par le propionate d'ammonium, de moindre efficacité, à doses égales, mais moins volatil et très peu corrosif. Dans nos essais, le propionate acide d'ammonium a tendance à limiter très légèrement l'échauffement des foins humides (- 10 à - 20° C pour les températures maximales) et à préserver leur digestibilité. Les résultats ne sont cependant pas suffisamment nets pour être vraiment satisfaisants. La raison en est très probablement l'imperfection du traitement réalisé au champ et qui ne permet pas une application homogène sur le foin. Cette difficulté inhérente aux produits liquides ou pulvérulents a suscité l'emploi de conservateurs gazeux dont la diffusion au sein du fourrage est grandement facilitée.

Parmi les produits gazeux, seul, actuellement, l'ammoniac présente un réel intérêt en raison de son action inhibitrice sur le développement de nombreuses moisissures (THORLACIUS et ROBERTSON, 1984 ; GROTHEER, CROSS et GRIMES, 1986 ; ZWAENEPOEL *et al.*, 1986d). Cet effet bénéfique a d'ailleurs été confirmé dans nos essais et, à condition de respecter une dose de 2 p.100 et de maintenir le tas sous bâche le plus longtemps possible, l'ammoniac permet une bonne conservation tout en assurant une bonne ingestibilité des foins. Malheureusement, la technique a de nombreux inconvénients. Tout d'abord le traitement, pour être efficace, doit être effectué rapidement, ce qui suppose la présence sur l'exploitation même ou à proximité du matériel et du produit de traitement. De plus la méthode entraîne un brunissement caractéristique des foins dont la valeur azotée diminue (BENAHMED et DULPHY, 1986). Pour améliorer celle-ci et surtout pour ne pas risquer l'intoxication des animaux il importe de limiter la consommation de ces foins. Nous proposons qu'ils ne représentent pas plus de la moitié de la ration de base (DULPHY, ROUEL et BONY, 1985). Les causes de cette mauvaise valeur azotée ont déjà été largement discutées par ailleurs (DULPHY, BONY et ROUEL, 1986). Des résultats récents, indiquant à la fois une tendance à l'augmentation des quantités ingérées et à la baisse de la rétention azotée le confirment (GROTHEER *et al.*, 1985).

Les difficultés de manipulation de l'ammoniac ont conduit à tenter d'utiliser l'urée comme source d'ammoniac, mais les résultats obtenus sont très variables. KASPERSSON *et al.* (1984) aboutissent à des résultats médiocres et nos essais, trop fragmentaires, ne permettent pas de conclure. Là aussi se pose, comme pour le sel, le problème de l'introduction homogène de l'urée. Il y a, en plus, le risque de n'obtenir qu'une faible transformation de l'urée en ammoniac, comme dans l'essai I, ou une transformation trop lente, donnant des foins à la fois mal conservés et trop riches par endroits en azote, donc présentant de forts risques de toxicité.

En définitive nos résultats, comme d'ailleurs ceux rapportés par la bibliographie, ne permettent pas encore de proposer une technique définitive et vulgarisable pour conserver les foins humides tout en préservant leur valeur alimentaire. Globalement, la conservation des foins humides pose divers problèmes. Il y a d'abord celui de leur manipulation car ces foins ont une densité élevée. Il y a ensuite celui de la réalisation d'un mélange fourrage-conservateur suffisamment homogène. Il y a enfin les effets négatifs induits possibles, comme celui de l'ammoniac sur la valeur azotée des foins et la santé des animaux. Bien que nous disposions de conservateurs efficaces au niveau du laboratoire, leur emploi dans la pratique reste donc encore aléatoire.

D'autres études seront donc nécessaires pour progresser dans le domaine de la conservation. Actuellement, seule la technique de ventilation en grange permet de stabiliser correctement les foins récoltés humides et de préparer des fourrages précoces d'excellente valeur alimentaire. En effet, malgré les investissements nécessaires l'expérience montre que l'emploi raisonné de cette technique se justifie dans le cadre de systèmes de production adaptés (BAUD et LIENARD, 1986 ; AMBERT et VAUCORET, 1986). L'ammoniac peut néanmoins être utilisé, mais uniquement dans le but ultime de sauver une récolte exposée à des conditions météorologiques défavorables... et non de façon systématique.

Références bibliographiques

- AMBERT R., VAUCORET M., 1986. Dans l'avant-pays savoyard, pratique du séchage en grange et conséquences sur le système fourrager des exploitations laitières. XVI^{èmes} Journées du Grenier de Theix, mai 1985 (en préparation).
- ANDRIEU J., DEMARQUILLY C., 1986. La valeur alimentaire des fourrages secs : variations d'un fourrage à l'autre et modifications entre fourrages verts et foins. XVI^{èmes} Journées du Grenier de Theix, mai 1985 (en préparation).
- AUFRERE J., 1982. Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. *Ann. Zootech.*, **31**, 111-130.
- BAUD G., LIENARD G., 1986. Intérêt technico-économique de la ventilation en grange. XVI^{èmes} Journées du Grenier de Theix, mai 1985 (en préparation).
- BENAHMED A., DULPHY J.P., 1986. Influence du traitement des foins à l'ammoniac sur leur valeur azotée appréciée par la méthode des bilans azotés. *Ann. Zootech.* (en préparation).
- BULHMANN V., WURTELE K.H., 1982. Zur Konservierung von feuchtheu mit Futterharnstoff. Zitschrift « *Das wirtschaftseigene Futter* », Band 28, Heft 1, Seite 35-46.
- DEMARQUILLY C., ANDRIEU J., 1986. Prévision de la valeur alimentaire des fourrages secs au laboratoire. XVI^{èmes} Journées du Grenier de Theix, mai 1985 (en préparation).
- DULPHY J.P., BOISSAU J.M., LEBLANC, 1984. Influence du traitement à l'ammoniac sur la valeur alimentaire des pailles distribuées à des génisses. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **55**, 25-32.
- DULPHY J.P., BONY J., ROUEL J., 1986. Utilisation de foins humides traités à l'ammoniac par des génisses. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA* (à paraître).
- DULPHY J.P., ROUEL J., BONY J., 1985. Utilisation de foins humides traités à l'ammoniac par des vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **62**, 19-25.
- DULPHY J.P., ZWAENEPOEL P., 1978. Les conservateurs pour foin. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **32** 13-18.
- GOERING H.K., VAN SOEST P.J., 1970. Forage fiber analyses. Agricultural research service. United States Department of Agriculture. *Agricultural Handbook*, n° 379. 20 p.
- GROTHER M.D., CROSS D.L., GRIMES L.W., 1986. Effect of ammonia level and time of exposure to ammonia on nutritional and preservatory characteristics of dry and high-moisture coastal bermuda grass hay. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **14**, 55-65.
- GROTHER M.D., CROSS D.L., GRIMES L.W., CALDWELL W.J., JOHNSON L.J., 1985. Effect of moisture level and injection of ammonia on nutrient quality and preservation of coastal bermudagrass hay. *J. anim. Sci.*, **61**, 1370-1377.
- HODEN A., DULPHY J.P., 1985. Azote non protéique et tannage des tourteaux économiseurs de protéines chez les ruminants. *Bull. tech. Inf.*, n° spéc., 145-155.
- KASPERSSON A., HLODVERSSON R., PALMGREN U., LINDGREN S., 1984. Microbial and biochemical changes occurring during deterioration of hay and preservative effect of urea. *Swedish J. agric. Res.*, **14**, 127-133.
- KNAPP W.R., HOLT D.A., LECHTENBERG V.L., 1975. Hay preservation and quality improvement by anhydrous ammonia. *Agron. J.*, **67**, 766-769.
- PELHATE J., 1986. Evolution du foin au cours de la conservation : aspects microbiologiques. XVI^{èmes} Journées du Grenier de Theix, mai 1985 (en préparation).
- THORLACIUS S.O., ROBERTSON J.A., 1984. Effectiveness of anhydrous ammonia as a preservative for high-moisture hay. *Can. J. anim. Sci.*, **64**, 867-880.
- ZWAENEPOEL P., DULPHY J.P., PELHATE J., BEAULIEU G., 1986a. Les effets de l'ammoniac anhydre sur la conservation et la valeur alimentaire de foins humides. 1 - Effet de la dose d'ammoniac selon la teneur du foin en matière sèche. CEMAGREF, *BTMEA*, **1**, 15-25.
- ZWAENEPOEL P., DULPHY J.P., PELHATE J., BEAULIEU G., 1986b. Les effets de l'ammoniac anhydre sur la conservation et la valeur alimentaire de foins humides. 2 - Effet de la durée du confinement sous atmosphère ammoniacale. CEMAGREF, *BTMEA*, **5**, 61-68.
- ZWAENEPOEL P., DULPHY J.P., PELHATE J., BEAULIEU G., 1986c. Les effets de l'ammoniac anhydre sur la conservation et la valeur alimentaire de foins humides. 3 - Effet du fractionnement de l'injection. CEMAGREF, *BTMEA* (à paraître).
- ZWAENEPOEL P., DULPHY J.P., PELHATE J., BRETON A., 1986d. La conservation des foins humides. XVI^{èmes} Journées du Grenier de Theix, mai 1985 (en préparation).

Association œstradiol - acétate de trenbolone et rétention azotée chez le veau de boucherie

R. TOULLEC et Y. MANIS

avec la collaboration de Michèle FORMAL, H. FLAGEUL et J. LAREYNIE

INRA, Station de Recherches sur les jeunes Ruminants
65, rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes Cedex

De nombreuses substances anabolisantes sont susceptibles d'améliorer la croissance et l'efficacité alimentaire chez les animaux produisant de la viande. Pour être intéressantes, ces substances doivent notamment avoir un effet favorable sur la rétention azotée et la quantité de viande commercialisable, sans altérer ses qualités nutritionnelles, organoleptiques et hygiéniques. Les anabolisants sont largement utilisés en production du veau de boucherie ⁽¹⁾. Les travaux réalisés aux Pays-Bas (VAN DER WAL *et al.*, 1975) sur des veaux mâles âgés de 10 à 12 semaines et pesant de 95 à 110 kg de poids vif au début des traitements ont montré que le diéthylstilbestrol et l'œstradiol permettaient d'accroître la rétention azotée d'environ 25 p.100 pendant les 4 premières semaines mais avaient une influence nulle ou négative au-delà. Cependant, les autres substances testées seules avaient peu (zéranol : + 10 p.100 d'azote retenu en 4 semaines) ou pas d'effet (progestérone, testostérone et acétate de trenbolone). En revanche, l'association d'un androgène (testostérone et surtout acétate de trenbolone) à l'œstradiol entraînait un accroissement plus important et plus durable de la rétention azotée (respectivement 33 et 47 p.100 en 33 j).

Le poids à l'abattage des animaux a beaucoup augmenté au cours des dernières années et, à notre connaissance, aucun travail n'a été publié sur l'influence des anabolisants sur la rétention azotée chez le veau lourd. Par ailleurs, le remplacement d'une partie des lipides par des glucides dans l'aliment distribué au veau de boucherie permet, dans certains cas, d'améliorer la croissance et la rétention azotée (VERMOREL *et al.*, 1974). L'absorption prolongée d'une quantité plus importante de glucose entraîne une augmentation plus forte et plus durable de l'insulinémie postprandiale, ce qui favorise la captation des acides aminés circulants par les muscles (GRIZARD *et al.*, 1976 ; PATUREAU-

MIRAND *et al.*, 1976). On peut se demander si les anabolisants sont aussi efficaces avec les régimes riches en glucides. Ce sont les raisons pour lesquelles nous avons effectué deux essais sur les effets de l'association œstradiol 17 β (20 mg) - acétate de trenbolone (140 mg) ⁽²⁾ sur l'utilisation de l'azote chez le veau de boucherie. Le premier avait pour but de vérifier l'efficacité de la préparation anabolisante chez le veau lourd (traitement à 180 kg de poids vif) et le second de mettre en évidence les interactions éventuelles avec la nature de l'énergie de l'aliment d'allaitement.

I. Conditions expérimentales

1. Animaux

Des veaux de boucherie mâles, de race Holstein, nés pour la plupart à l'INRA de Rennes (33 animaux sur 36), ont été répartis en lots de 6 animaux suivant la date de leur arrivée et le gain de poids vif effectué depuis lors. Dans l'essai 1, deux lots (A : anabolisant et T : témoin) ont été utilisés. Les animaux pesaient $50,4 \pm 2,5$ kg à l'arrivée et $180,4 \pm 1,9$ kg à la mise en lots, laquelle a eu lieu $122,6 \pm 3,4$ j après l'arrivée (moyennes $\pm$ écarts-types des moyennes). L'essai 2 a été réalisé selon un plan factoriel 2×2 suivant lequel les veaux ont reçu (A) ou non (T) la préparation anabolisante et un aliment riche en lipides (L) ou en glucides (G) ; 4 lots (AL, AG, TL et TG) ont donc été utilisés. Les animaux pesaient $40,3 \pm 1,5$ kg à la naissance et $127,0 \pm 0,7$ kg à la mise en lots, laquelle a eu lieu à l'âge de $92,0 \pm 2,2$ j. Les anabolisants ont été implantés dans le fanon, par voie sous-cutanée, le jour de la mise en lots.

2. Alimentation

Tous les veaux ont d'abord reçu un même lait de remplacement préexpérimental riche en poudre de lait écrémé (25 p.100 de protéines et 22 p.100 de lipides par rapport à la matière sèche).

(1) Cependant, la réglementation européenne prévoit la suppression de leur emploi à compter du 1^{er} janvier 1988.

(2) Révalor, Distrivet, 35 boulevard des Invalides, 75007 Paris

Dans l'essai 1, cet aliment a été remplacé en 3 j, au début de la semaine précédant la mise en lots, par un aliment unique de finition dont la matière sèche contenait 22 p.100 de protéines et 21 p.100 de lipides (tabl. 1). Dans l'essai 2, l'aliment préexpérimental a été remplacé par l'aliment L ou G, dont la matière sèche renfermait 20 p.100 de lipides et 50 p.100 de glucides ou 11 p.100 de lipides et 62 p.100 de glucides (tabl. 1). La transition a duré 8 j et a commencé 3 semaines avant la mise en lots définitive. Les aliments ont été distribués au seau en deux repas par jour. Dans l'essai 1, les quantités de poudre distribuées par repas sont passées de 1300 g en 1^{ère} semaine à 1510 g en 5^{ème} semaine, puis sont demeurées constantes. Dans l'essai 2, elles ont évolué, selon le même calendrier, de 1055 à 1305 g pour l'aliment L et de 1195 à 1480 g pour l'aliment G, de telle sorte que les 2 aliments apportent les mêmes quantités d'énergie digestible.

3. Mesures

Des mesures de bilans azotés ont eu lieu pendant 8 semaines consécutives après les mises en lots. Pour cela, les urines ont été

collectées en totalité tous les jours, sauf les samedis et les dimanches. La digestibilité apparente des aliments n'est pas modifiée par l'administration d'anabolisants (VAN DER WAL *et al.*, 1975). En conséquence, la digestibilité de l'aliment expérimental de l'essai 1 a été mesurée préalablement chez 3 veaux, entre les âges d'environ 74 et 86 j, au cours de 2 périodes consécutives d'une semaine. Dans l'essai 2, la digestibilité des aliments a été mesurée au cours de la première semaine de bilans, chez 3 veaux par lot.

Dans l'essai 1, des prises de sang ont été effectuées dans une veine jugulaire externe, chaque mercredi, avant et 2 h 30 après le repas du matin, lors de la semaine précédant la mise en lots et au cours des 8 semaines suivantes. Dans l'essai 2, les prises de sang ont été limitées à la semaine précédant la mise en lots et à la troisième semaine suivante. Le sang était recueilli sur héparine et aprotinine et une partie était immédiatement transférée dans une solution d'acide trichloracétique, de manière à obtenir une concentration finale de 2,25 p.100. Le reste du sang était

TABLEAU 1
Composition et digestibilité apparente des aliments

Essai	1	2	
Aliment	Unique	L	G
<u>Ingrédients (p.100)</u>			
Poudre de lait écrémé spray	60,0	60,0	53,0
Suif	20,0	20,0	10,6
Produits amylacés	12,0(a)	8,4(b)	26,2(c)
Lactose	6,4	-	-
Poudre de lactosérum spray	-	10,0	8,8
Complément minéral vitaminisé	1,6	1,6	1,4
<u>Composition chimique (p.100 de la poudre)</u>			
Humidité	4,5	3,4	4,1
Matières azotées (Nx6,38)	20,8	22,4	20,0
Lipides	20,2	19,7	10,9
Cendres	5,8	5,9	5,2
Extractif non azoté	48,7	48,6	59,8
<u>Digestibilité apparente (p.100)(e)</u>			
Matière organique	95,5 (0,4)	96,3 (0,5)	95,6 (0,5)
Azote	93,5 (0,7)	94,4 (0,6)	92,2 (0,6)
Lipides	89,6 (1,3)	91,8 (1,7)	94,6 (0,7)
Extractif non azoté	98,7 (0,3)	99,0 (0,1)	96,8 (0,6)
Energie (d)	-	95,1 (0,8)	95,0 (0,5)

(a) Dont 5 d'amidon préhydrolysé, 3 de dextrose, 2 d'amidon de maïs pré-gélatinisé et 2 d'amidon de maïs cru.

(b) Dont 6,2 d'amidon préhydrolysé et 2,2 d'amidon de maïs pré-gélatinisé.

(c) Dont 19,8 d'amidon préhydrolysé, 4,4 de glucose et 1,9 d'amidon de maïs pré-gélatinisé.

(d) Teneurs en énergie brute (kcal/g) : 4,91 et 4,36 respectivement pour les aliments L et G

(e) Moyennes et écarts-types des moyennes de 6 périodes de mesures.

centrifugé et le plasma conservé à -18° C jusqu'aux analyses. Les teneurs sanguines en azote α - aminé libre et les teneurs plasmatiques en urée, glucose, triglycérides et acides gras non estérifiés ont été déterminées selon les méthodes décrites par TOULLEC *et al.* (1979). La thyroxine et l'insuline ont été dosées dans le plasma par immunoenzymologie (trousses Boehringer). Les résultats ont été soumis à une analyse de variance et les moyennes classées selon le test de Newman et Keuls.

II. Résultats

1. Croissance et efficacité alimentaire

Dans les 2 essais, les veaux implantés ont eu un gain de poids vif plus rapide et une efficacité alimentaire meilleure que les veaux témoins (tabl. 2) : les différences moyennes observées pour la croissance au cours des 8 semaines de mesures ont été de 14 p.100 dans l'essai 1 et de 25 et 9 p.100 respectivement avec les aliments L et G dans l'essai 2. Dans l'essai 1, ces écarts ont été principalement observés pendant les semaines 2, 3 et 4 (gain de

poids vif moyen de 1810 ± 52 g/j chez les veaux du lot A, au lieu de 1310 ± 74 chez les veaux du lot T ; $P < 0,01$) ; en revanche, les différences ont été pratiquement nulles ensuite. Dans l'essai 2, l'effet fortement positif de l'implantation a duré plus longtemps (respectivement 1 et 3 semaines de plus avec les aliments G et L). La nature de l'énergie de l'aliment n'a pas eu d'effet significatif : cependant, comme l'interaction anabolisant $\times$ aliment a été significative, la préparation utilisée semble avoir été moins efficace avec le régime G.

2. Rétention azotée

La rétention azotée journalière a été fortement accrue par l'implantation pendant les 4 (essai 1) ou 5 (essai 2) premières semaines (fig. 1). Pour l'ensemble des 8 semaines de bilans, l'augmentation globale a été de 13 p.100 dans l'essai 1 et de 25 (aliment L) et 18 (aliment G) p.100 dans l'essai 2 (tabl. 2). Dans l'essai 2, l'effet de l'aliment n'a jamais été significatif, mais l'interaction anabolisant $\times$ aliment l'a été au cours de la 2^{ème} et de la 3^{ème} semaines. La quantité d'azote retenu par kg de gain de poids vif n'a pas été modifiée (tabl. 2) ; pour l'ensemble des 2 essais, elle a été en moyenne de 33 g chez les veaux témoins et de 34 g chez les veaux implantés.

TABLEAU 2

*Croissance, efficacité alimentaire et rétention azotée
au cours des 8 semaines de mesures
(moyennes et écarts-types des moyennes)*

Essai	1		2			
Lot (a)	T	A	TL	TG	AL	AG
Poids vif (kg)						
- à la mise en lots	180,0 (2,2)	180,8 (3,2)	127,0 (1,6)	127,7 (1,7)	126,8 (0,4)	126,5 (1,3)
- à la fin de l'essai(b,c)	255,5 (4,0)	267,2 (5,3)	198,5 (2,0 ^{Aa})	205,0 (3,2 ^b)	216,5 (2,5 ^{Ab})	211,0 (3,2 ^a)
Gain de poids vif (g/j)(b,c)	1350 (42 ^a)	1542 (48 ^a)	1277 (39 ^{AC})	1381 (49 ^{Ba})	1601 (41 ^{AB})	1509 (37 ^{Ca})
Quantité ingérée/kg de gain de poids vif (b,c,d)	2,45 (0,08 ^a)	2,15 (0,07 ^a)	9,21 (0,29 ^{AC})	8,60 (0,30 ^{Ba})	7,32 (0,18 ^{AB})	7,76 (0,17 ^{Ca})
N retenu (g) :						
- par jour (b)	48,7 (0,7 ^A)	54,9 (1,0 ^A)	40,6 (1,2 ^{AC})	42,7 (0,9 ^{BD})	50,7 (1,1 ^{AB})	50,4 (0,7 ^{CD})
- par kg de gain de poids vif	36,4 (1,4)	35,8 (1,1)	31,9 (0,2)	31,1 (1,3)	31,7 (0,8)	33,5 (0,8)

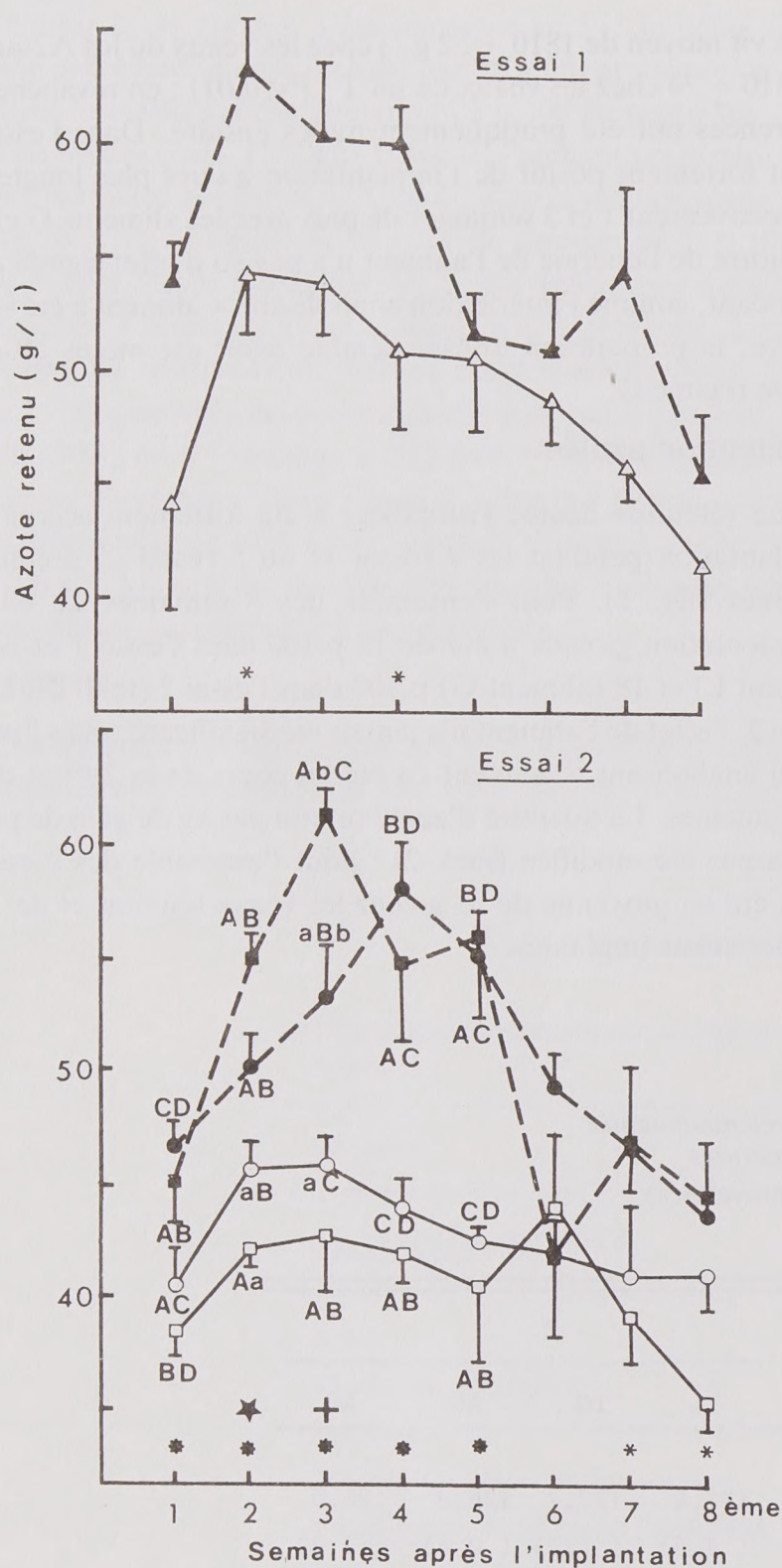
(a) T : témoin, A : anabolisants, L : aliment riche en lipides, G : aliment riche en glucides.

(b) Essai 2 : Effet anabolisant significatif ($P < 0,01$)

(c) Essai 2 : Interaction anabolisant $\times$ aliment significative ($P < 0,05$)

(d) Essai 1 : kg de poudre ; Essai 2 : Mcal d'énergie digestible

Dans chaque essai, les valeurs accompagnées d'une même lettre sont significativement différentes (majuscules : $P < 0,01$; minuscules : $P < 0,05$)



Essai 1 : Δ lot T, $\blacktriangle$ lot A ; Essai 2 : $\square$ lot TL, $\circ$ lot TG, $\blacksquare$ lot AL, $\bullet$ lot AG.
T : témoin, A : anabolisant, L : aliment riche en lipides, G : aliment riche en glucides

* ou * : effet anabolisant significatif ($P < 0,01$ ou $0,05$)

★ ou + : interaction anabolisant $\times$ aliment significative ($P < 0,01$ ou $0,05$)

Aa ... D : les moyennes accompagnées d'une même lettre sont significativement différentes (majuscules : $P < 0,01$; minuscules : $P < 0,05$)

FIG. 1 : Evolution de la rétention azotée au cours des 8 semaines de bilans

3. Paramètres sanguins

Avant l'implantation, les veaux des lots destinés à recevoir la préparation anabolisante ne présentaient pas de différence significative par rapport aux veaux des lots témoins correspondants, sauf pour la thyroxine, dont le taux plasmatique était plus faible (12 p.100 ; $P < 0,05$) dans l'essai 1, chez les veaux destinés à être implantés. Dans les 2 essais, l'implantation n'a pas eu d'effet significatif sur les taux circulants de glucose, d'acides gras non estérifiés, d'azote α - aminé libre ou d'insuline (tabl. 3). En revanche, elle a entraîné une réduction des taux plasmatiques d'urée et de thyroxine (globalement de 27 et 35 p.100 en 3^{ème} semaine, pour l'ensemble des 2 essais) et une augmentation du taux de triglycérides (globalement de 58 p.100 chez les animaux à jeun). Dans l'essai 1, où des mesures ont été effectuées pendant 9 semaines consécutives, le taux plasmatique d'urée a peu varié

dans le temps chez les veaux du lot T (de 19,1 à 21,6 mg / 100 ml) ; chez les veaux du lot A, le taux a été plus faible ($P < 0,05$) pendant les 5 premières semaines qui ont suivi l'implantation (respectivement de 26, 40, 26, 16 et 16 p.100).

Le moment du prélèvement (avant le repas ou 2 h 30 après) n'a pas eu d'effet significatif sur les taux plasmatiques d'urée, d'azote α - aminé libre ou de thyroxine. En revanche, les valeurs postprandiales ont été plus faibles pour les triglycérides et les acides gras non estérifiés ; elles ont été plus fortes pour le glucose et l'insuline. Enfin, dans l'essai 2, la nature de l'énergie n'a eu d'effet significatif que sur les taux plasmatiques de triglycérides, d'acides gras non estérifiés et de thyroxine ; les deux premiers taux ont toujours été réduits avec le régime G, tandis que le dernier a été accru mais uniquement chez les veaux n'ayant pas reçu d'anabolisants. Le taux d'insuline a cependant eu tendance à être plus élevé avec le régime G.

III. Discussion et conclusion

L'administration de l'association œstradiol - acétate de trenbolone a permis d'accroître fortement la rétention azotée, à la fois chez les veaux lourds et les veaux plus légers au début du traitement (respectivement de 346 et 497 g N au total au cours des 8 semaines de mesures). L'augmentation de la rétention azotée semble avoir été moins importante chez les veaux lourds ; il est possible que cela ait été dû à l'âge plus important de ces animaux, mais il est difficile de l'affirmer car les 2 essais n'ont pas eu lieu simultanément. La quantité totale déposée en plus chez les veaux recevant l'aliment L dans l'essai 2 a été voisine de celle observée par VAN DER WAL *et al.* (1975) avec la même association (551 g en 33 j). Cette association est surtout efficace pendant les 4 à 5 premières semaines qui suivent l'implantation mais, d'après nos résultats expérimentaux, le délai d'attente de 50 j jusqu'à l'abattage n'amène pas de période d'effet négatif sur la rétention azotée. Globalement, la quantité d'azote retenu par kg de gain de poids vif n'a pas été modifiée, conformément aux observations de BOEHNCKE et GROPP (1972). L'effet des anabolisants a été moins important avec le régime G ; cela pourrait avoir été dû à l'effet déjà favorable du remplacement d'une partie des lipides par des glucides, bien qu'il n'ait pas été significatif ici.

Le taux sanguin d'azote α - aminé libre n'a pas été notablement affecté par le traitement anabolisant mais la réduction du taux plasmatique d'urée traduit une baisse du catabolisme des acides aminés. En effet, l'acétate de trenbolone réduit la vitesse de synthèse protéique dans le muscle mais diminue encore plus la vitesse de dégradation (BUTTERY et SINNET - SMITH, 1984). Contrairement à DAVICCO *et al.* (1985), nous avons observé une diminution importante du taux circulant de thyroxine ; cela pourrait avoir contribué à la réduction du catabolisme azoté, de même que la décroissance de l'activité corticosurrénalienne signalée par ces auteurs. La diminution du taux plasmatique de thyroxine a probablement été due à l'acétate de trenbolone puisque l'œstradiol seul ne semble pas avoir d'effet chez le veau (VAN WEERDEN *et al.*, 1981). L'augmentation du taux circulant de triglycérides a été causée par l'œstradiol puisque les œstrogènes ont cet effet chez la femme (GLUECK *et al.*, 1975) et que l'acétate de trenbolone administré seul a un effet opposé chez le mouton (BARKER *et al.*, 1983). Cette augmentation pourrait

TABLEAU 3

Teneurs plasmatiques en glucose, triglycérides, acides gras non estérifiés, urée, insuline, thyroxine et teneur sanguine en azote α -aminé libre mesurées avant (j) et 2 h 30 après (n) le repas du matin, 3 semaines après la mise en lots

Essai	1		2			
Lot (a)	T	A	TL	TG	AL	AG
Glucose (g/l) (Y_1, Y_2)						
j	0,86 (0,03 ^A)	0,77 (0,03 ^B)	0,96 (0,04 ^a)	1,15 (0,14 ^A)	1,15 (0,18 ^b)	0,90 (0,03 ^B)
n	1,31 (0,09 ^A)	1,35 (0,09 ^B)	1,47 (0,14 ^a)	1,88 (0,17 ^A)	1,66 (0,10 ^b)	1,66 (0,13 ^B)
Triglycérides (mg/l) (x_2, y_2, z_2)						
j	144 (25)	161 (39)	142 (14)	89 (29 ^{ab})	222 (42 ^b)	209 (57 ^a)
n	123 (17)	125 (19)	132 (27)	62 (10)	133 (17)	78 (9 ^a)
Acides gras non estérifiés ($\mu\text{eq/l}$) (Y_1, Y_2, Z_2)						
j	377 (27 ^A)	375 (23 ^B)	410 (23)	360 (65)	433 (32)	370 (48 ^a)
n	250 (18 ^A)	257 (18 ^B)	348 (45)	242 (37)	277 (23)	210 (21 ^a)
Urée (mg/100 ml) (X_1, X_2)						
j	19,2 (1,2 ^a)	14,5 (0,9 ^a)	10,1 (0,8)	7,7 (0,6)	5,7 (0,6)	7,0 (0,8)
n	19,1 (1,2 ^A)	14,0 (0,9 ^A)	10,2 (0,9)	8,3 (0,9)	6,6 (1,5)	6,4 (1,4)
N α -aminé (mg NH_2 /100 ml)						
j	8,8 (0,5)	7,7 (0,5)	10,0 (1,0)	9,0 (0,5)	8,5 (0,7)	7,8 (0,6)
n	8,2 (0,5)	8,5 (0,4)	8,5 (0,8)	8,4 (0,6)	8,9 (0,4)	8,0 (0,6)
Insuline (unités/100 ml) (Y_1, Y_2)						
j	48 (16 ^A)	60 (16 ^B)	35 (6 ^A)	37 (4 ^B)	28 (4 ^a)	30 (4 ^C)
n	402 (183 ^A)	439 (184 ^B)	541 (68 ^A)	655 (128 ^B)	373 (106 ^a)	541 (90 ^C)
Thyroxine ($\mu\text{g}/100\text{ ml}$) (X_1, X_2, Z_2)						
j	6,8 (0,2 ^A)	4,7 (0,2 ^A)	6,9 (0,4 ^{AaD})	8,4 (0,4 ^{BaC})	4,8 (0,3 ^{AC})	4,9 (0,4 ^{BD})
n	6,6 (0,2 ^B)	4,6 (0,4 ^B)	7,1 (0,4 ^{BbC})	8,3 (0,4 ^{AbD})	5,1 (0,4 ^{BD})	4,7 (0,4 ^{AC})

(a) T : Témoin, A : anabolisants, L : aliment riche en lipides, G : aliment riche en glucides.

(X, Y, Z, x, y, z) : effet anabolisant (X, x), repas (Y, y) ou aliment (Z, z), significatif dans l'essai 1 (1) ou l'essai 2 (2) à $P < 0,01$ (majuscules) ou 0,05 (minuscules). Dans chaque essai, les valeurs d'une même ligne ou d'une même colonne accompagnées d'une même lettre sont significativement différentes (majuscules : $P < 0,01$; minuscules : $P < 0,05$).

refléter la réduction de la part de l'énergie déposée sous forme de lipides et serait liée à une augmentation de la production de triglycérides des VLDL (lipoprotéines très légères) (GLUECK *et al.*, 1975). L'absence d'effet sur le taux plasmatique d'insuline a été constatée avec le même traitement anabolisant chez le veau de boucherie (DAVICCO *et al.*, 1985) et chez d'autres espèces (BUTTERY et SINNET-SMITH, 1984). Nous n'avons pas retrouvé l'accroissement significatif du taux plasmatique d'insuline obtenu par GRIZARD *et al.* (1976) en remplaçant une partie des lipides par des glucides ; cela a vraisemblablement été dû à la variabilité individuelle importante observée chez nos animaux. La baisse observée dans les taux circulants de triglycérides et d'acides gras non estérifiés s'explique par l'ingestion de quantités moins élevées de lipides et par la part plus faible prise par ceux-ci dans le métabolisme énergétique.

REMERCIEMENTS

A la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique pour l'aide apportée à la réalisation de cette étude et à la Société Roquette, 62136 Lestrem, qui a fourni gracieusement les produits amyliques utilisés dans l'essai 2.

Références bibliographiques

BARKER M.E., SCAIFE J.R., GALBRAITH H., 1983. The effects of trenbolone acetate on plasma lipid concentrations in mature female sheep. *Proc. Nutr. Soc.*, **42**, 55A.

BOEHNCKE E., GROPP J., 1972. Über den Einfluß eines Anabolikums auf die N-Retention von Mastkalbern. *Landwirtsch. Forsch.*, **28/11**, 11-20.

BUTTERY P.J., SINNET-SMITH P.A., 1984. The mode of action of anabolic agents with special reference to their effects on protein metabolism : some speculations. In Roche J.F., O'Callaghan D., *Manipulation of growth in farm animals*, 211-228. Martinus Nijhoff, The Hague.

DAVICCO M.J., DALLE M., THIVEND P., BARLET J.P., 1985. Réponse endocrinienne des veaux recevant un implant sous-cutané d'acétate de trenbolone et d'œstradiol. *J. Physiol. Paris*, **80**, 9A-10A.

GLUECK C.J., FALLAT R.W., SCHEEL D., 1975. Effects of estrogenic compounds on triglyceride kinetics. *Metabolism*, **24**, 537-545.

GRIZARD J., PATUREAU-MIRAND P., PION R., 1976. Utilisation d'un régime riche en produits amyliques par le veau préruminant de poids élevé. II. Influence sur l'insulinémie postprandiale. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **16**, 593-601.

PATUREAU-MIRAND P., GRIZARD J., PRUGNAUD J., PION R., 1976. Utilisation d'un aliment riche en produits amyliques par le veau préruminant de poids élevé. I. Influence sur les teneurs en acides aminés libres du muscle. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **16**, 579-592.

TOULLEC R., GUILLOTEAU P., COROLLER J.Y., 1979. Influence de la cinétique d'évacuation gastrique de l'aliment sur l'absorption chez le veau préruminant. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **19**, 729-732.

VAN DER WAL P., VAN WEERDEN E.J., SPRIETSMA J.E., HUISMAN J., 1975. Effect of anabolic agents on nitrogen retention of calves. *J. Anim. Sci.*, **41**, 986-992.

VAN WEERDEN E.J., BERENDE P.L.M., HUISMAN J., 1981. Application of endogenous and exogenous anabolic agents in veal calves. In *Anabolic agents in beef and veal production*, 1-26. Proc. Workshop held at CEC Brussels, March 5-6 th, 1981.

VERMOREL M., BOUVIER J.C., THIVEND P., TOULLEC R., 1974. Utilisation énergétique des aliments d'allaitement par le veau préruminant à l'engrais de différents poids. In Menke K.H., Lantzsch H.J., Reichl J.R., *Energy metabolism of farm animals*, 143-146. E.A.A.P. Publication n° 14.

Production de bœufs de différents types génétiques finis à l'âge à 30 mois (bilan de 7 années)

P. GILLARD*, D. LECONTE**, J.J. CHAMBEYRON* et J. FREBLING*

* INRA, Station de Génétique quantitative et appliquée, 78350 Jouy-en-Josas

** INRA, Station d'Amélioration des Plantes fourragères
Domaine du Vieux-Pin, 61310 Exmes

La présence d'un troupeau d'une soixantaine de vaches de races à viande (Charolais, Limousin, Maine-Anjou) sur le domaine INRA du Vieux-Pin à Exmes nous a permis, au cours de 7 années successives, d'étudier la production comparée de jeunes bœufs d'environ 30 mois de ces différentes races à viande et de croisés Blond d'Aquitaine élevés dans des conditions semblables, sur une exploitation à vocation essentiellement herbagère ; ces bœufs ont été terminés à l'âge.

Nous avons également comme objectif d'observer si les résultats obtenus sur ces bœufs confirmaient, dans des conditions moins intensives, les informations recueillies sur des taurillons de 15 et 18 mois finis à l'âge (FREBLING *et al.*, 1982). Dans ces deux études (taurillons et bœufs), les animaux sont de mêmes origines maternelles et sont issus des femelles achetées en 1970 pour constituer le troupeau expérimental de Bourges (1970 - 1976).

I. Matériel animal et conduite des animaux

1. Procréation des veaux mâles

Les animaux ont été, pour la plupart, de race pure et obtenus par insémination artificielle (campagne d'insémination du 15 avril à fin juin) à partir de la semence de reproducteurs mâles testés sur les qualités d'élevage (tout au moins pour les races Charolaise et Limousine) et des femelles de races pures Charolaise, Limousine, Maine-Anjou ; nous avons également retenu dans la comparaison des bœufs nés de mâles Blond d'Aquitaine (Insémination artificielle ou monte naturelle) et de femelles « 3 races » (au moins 2^{ème} vêlage à 3 ans).

L'effectif de veaux mâles nés au cours des 7 années s'élevait à 83 dont 69 de races pures et 14 croisés Blond ; la ventilation par type génétique et par année de naissance est reportée sur le

tableau 1 ainsi que les effectifs selon les critères étudiés (croissance, pointages, mensurations, carcasses).

Les caractéristiques des naissances figurent au tableau 2. Malgré un poids de naissance relativement élevé (48,6 kg en moyenne générale), les vêlages se sont déroulés dans de bonnes conditions à l'exception de 2 césariennes (1 veau Maine-Anjou de 66 kg à la naissance, 1 veau croisé Blond de 55 kg à la naissance et 2 vêlages très difficiles dont 1 gemellaire (Maine-Anjou). Par ordre croissant de difficultés de vêlage, nous trouvons successivement, césariennes exclues, les races Limousine, Charolaise, croisées 3 races et Maine-Anjou.

2. Conduite alimentaire des animaux

Les veaux, selon le système allaitant classique, ont été sevrés vers 7 mois (207 jours en moyenne générale) : entre 209 et 214 jours pour les animaux de race pure et vers 190 jours pour les animaux croisés nés plus tardivement puisqu'issus, pour certains d'entre eux, de monte naturelle après échec des inséminations artificielles (33 jours plus tard en moyenne).

Les veaux mâles ont été castrés à la pince en fin d'automne vers l'âge de 8 à 9 mois, soit environ 1 mois après sevrage, au cours des 2 premières séries d'animaux nés en 1977 et 1978 ; par la suite, les veaux mâles ont été castrés en fin de 1^{er} hivernage vers l'âge de 1 an, l'objectif étant d'obtenir une croissance supérieure au cours de cette période ; effectivement, après correction pour l'effet du génotype, le gain quotidien hivernal s'est élevé respectivement à 422 g/jour pour la moyenne des 2 premières séries annuelles et à 674 g/jour pour la moyenne des 5 séries annuelles suivantes ; toutefois, et toujours après correction pour l'effet du génotype, le gain au pâturage suivant s'élève respectivement à 704 g/jour et 578 g/jour ; sans mésestimer l'effet de l'année non pris en compte, il semble donc qu'une croissance compensatrice contribue à réduire de moitié la différence obser-

TABLEAU 1

*Comparaison entre races à viande pour la production de bœufs (30-31 mois)
Effectifs (Domaine du Vieux-Pin)*

Année naissance Type génétique	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	Total (2)	Effectif (2)		
									Carcasses	Pointages	Mensurations
MAINE-ANJOU	7	4	3	5	3	0	0	22	22	22	20
CHAROLAIS	5	5	4 (a)	3	1	3	3	24	24	23	22
LIMOUSIN	8	6	2	3	3	1	0	23	23	23	22
BLOND X 3 RACES (1)	0	0	4	4	4	2	0	14	13 (1982)	12	13
TOTAL	20	15	13	15	11	6	3	83	82	80	77*

(1) 3 races (mères de types CH (MA X LI), CH (LI X MA), LI (MA X CH), LI (CH X MA), MA (CH X LI), MA (LI X CH)

(2) variations d'effectifs selon les crièbres étudiés ; l'effectif indiqué en colonne total correspond aux animaux contrôlés sur la croissance.

(a) 1 Charolais non compté et abattu en urgence.

* animaux non mesurés en raison de leur vivacité (7 %).

vée au cours de l'hiver selon l'âge à la castration (soit + 126 g de croissance au pâturage en moyenne pour les animaux qui ont réalisé un gain de poids hivernal inférieur de 252 g). Ces chiffres sont en parfaite concordance avec ceux qui sont indiqués par MICOL (1986) ; en récapitulant les résultats disponibles des différents essais réalisés en conditions de pâturage favorable, MICOL précise en effet qu'en moyenne, un gain inférieur de 100 g/jour au cours du premier hiver permet une croissance supplémentaire au pâturage de l'ordre de 50 g/jour.

Par souci d'économie, les alimentations hivernales ne devaient comporter qu'une faible proportion de concentré énergétique ; au cours du 1^{er} hiver, l'alimentation à base d'ensilage d'herbe, d'ensilage de maïs et de foin (environ 5 kg de matière sèche par animal et par jour) était complétée avec 1 à 2 kg de concentré jeune bovin jusqu'à la fin novembre puis avec 0,5 à 0,7 kg de tourteau de soja jusqu'à la fin de l'hiver ; la ration comportait quotidiennement, en outre, 100 g de complément minéral vitaminé ; au cours du 2^{ème} hiver les animaux ont reçu une ration à base d'ensilage d'herbe seul ou d'ensilage d'herbe avec du foin (environ 7 à 8 kg de matière sèche par animal et par jour) ainsi qu'un complément de paille (de 2 à 4 kg) et 100 g de complément minéral vitaminé.

Au cours des 2 saisons de pâturage les bœufs n'ont jamais reçu de complément ; toutefois, l'humidité excessive du printemps 1981 nous a contraints, après une mise à l'herbe normale, à rentrer les animaux à l'étable pendant 1 mois (11 mai au 10 juin).

La conjonction de mauvaises conditions climatiques pour la pousse de l'herbe en 1979 (printemps froid, tardif, humide, température inférieure à la moyenne et sécheresse au cours du mois

de juillet) et d'un chargement d'animaux trop élevé nous a conduits à terminer tous les animaux à l'auge à partir de la 2^{ème} quinzaine de juillet, contrairement à notre objectif initial de finition à l'herbe ; afin de rendre les conditions comparables et homogènes nous avons, par la suite, adopté la même conduite.

TABLEAU 2

Caractéristiques de naissance

Critère Type génétique	Date de naissance moyenne	Poids de naissance (kg) moyenne (extrêmes)	Difficultés de naissance Note moy. (b)
Maine-Anjou	13 Mars	52,4 (40 à 66)	1,77 (c)
Charolais	20 Mars	50,1 (37 à 65)	1,42
Limousin	21 Mars	44,2 (32 à 51)	1,26
Blond x croisées 3 races	20 Avril	47,5 (43 à 59) (a)	1,77 (d)
Ensemble	21 Mars	48,6 (32 à 66)	1,54

(a) Jumeau exclu (28 kg)

(b) Chaque vêlage est noté selon le barème suivant :

1, sans aucune assistance, 2, facile
3, difficile avec intervention, 4, césarienne

(c) La note devient 1,63 en excluant un vêlage gemellaire

(d) " 1,75 en " " "

Les animaux sont transportés vers l'âge de 28 mois en vue de leur engraissement à l'étable expérimentale de La Minière (78000 Guyancourt) ; ils ont été soumis à une période de transition de 3 à 4 semaines, au cours de laquelle ils se sont adaptés à leur nouveau régime comportant du foin distribué à volonté, 3 kg de luzerne déshydratée, 5 kg de pulpes déshydratées et 2 kg de maïs grain broyé grossièrement ; la période d'engraissement proprement dite a varié de 6 à 8 semaines et demi. Les bœufs ont été conduits en stabulation libre par lots de 4 à 6, répartis selon le poids initial ; ils ont été abattus à l'abattoir du Centre de Recherches de Jouy-en-Josas (transport de 7 km quelques heures avant l'abattage) au cours de 5 à 6 semaines consécutives, chaque année, entre mi-septembre et fin octobre en essayant de répartir les types génétiques sur les différentes semaines et en tenant compte de l'état d'engraissement pour l'ordre d'abattage des animaux de même type génétique.

3. Problèmes sanitaires - Prophylaxie

Les animaux ont fait l'objet d'une vaccination systématique contre le charbon, d'un traitement anti-varrons, de traitements répétés contre les strongles pulmonaires et intestinaux ; le nombre de ces derniers traitements a pu varier de 2 à 4 par an, selon l'âge des animaux et les conditions climatiques de l'année ; un traitement contre les douves, à la suite de la saisie de foies au cours des 2 premières séries d'abattage, a parfois été associé au traitement contre les strongles avant la mise à l'herbe.

Un bœuf Charolais a fait l'objet d'un abattage d'urgence à l'âge de 2 ans (paraplégie).

4. Mesures effectuées et analyse statistique

Les contrôles réalisés peuvent se répartir en trois groupes :

a) Pesées

Les animaux ont été pesés à des périodes caractéristiques de vie : naissance (pesée simple), sevrage, entrées en stabulation, avant mises à l'herbe, fin d'engraissement (pesées doubles) ; ces poids ont été pris en compte comme variables directement (poids à la naissance, poids final) ou après ajustement (poids à 210 j pour le poids au sevrage) ou après transformation en gains sur les périodes correspondantes.

b) Caractéristiques morphologiques

Cinq jours avant les abattages, les animaux ont fait l'objet de mensurations permettant de les caractériser sur leur format (variables étudiées : hauteur au garrot, longueur du tronc et du bassin, largeurs de poitrine et aux trochanters, tour de poitrine) ; par ailleurs, à la même époque, un pointage subjectif et détaillé effectué par le même opérateur a permis, après regroupement de divers postes, selon la table de pointage de la FNOCPAB, l'établissement d'une note synthétique relative au développement musculaire des animaux ; nous avons également retenu comme variables la note de développement et deux notes relatives à l'état d'engraissement et à l'importance de l'ossature.

c) Caractéristiques des carcasses

Après abattage, les carcasses ont été contrôlées selon la méthode décrite par FREBLING *et al.* (1967) ; la seule différence concerne la découpe : le quartier avant a été séparé au niveau de

la 5^{ème} côte selon la découpe commerciale habituelle ; les dissections du morceau monocostal faites sur la 11^{ème} côte dans des expériences antérieures ont concerné, dans cette étude, la 6^{ème} côte.

Les variables suivantes ont été retenues pour l'analyse : poids de carcasse froide, rendement vrai (poids de carcasse froide / poids vif vide), pourcentages de muscle et de gras de la carcasse estimés d'après la composition de la 6^{ème} côte (ROBELIN *et al.*, 1975), poids de muscle produit (poids de carcasse froide $\times$ p.100 muscle de la carcasse), poids de muscle produit par jour de vie, 3 mesures de compacité et de composition de la carcasse (rapport de l'épaisseur de cuisse à la longueur jarret - symphyse pubienne, rapport du poids de muscle au poids d'os, rapport du poids des os canons au poids de carcasse froide).

L'étude des facteurs de variation des performances a été réalisée par la méthode des moindres carrés, selon un modèle qui comportait les effets année (7 niveaux) et type génétique (4 niveaux) et l'interaction année $\times$ type génétique ; cette interaction n'est significative pour aucune variable étudiée.

II. Résultats de croissance

La courbe de croissance moyenne des animaux, corrigée pour l'effet du génotype, est reportée sur la figure 1 ; les objectifs de croissance recherchés en fonction des périodes hivernales (500 g/j et 300 g/j respectivement au cours des 1^{er} et 2^{ème} hivers) et estivales (700 à 900 g/jour) n'ont pas été totalement atteints ; les résultats moyens indiqués sur le tableau 3 montrent en effet que les croissances réalisées au cours du 1^{er} pâturage (621 g) et surtout au cours du 2^{ème} hiver (163 g) sont insuffisantes ; le raccourcissement de la 2^{ème} période de pâturage, malgré une bonne croissance moyenne (805 g), n'a pas permis de compenser le retard pris et il aurait été nécessaire pour approcher l'objectif final, d'obtenir une croissance voisine de 350 g par jour pendant le 2^{ème} hiver ; ce résultat pourrait être facilement obtenu par augmentation de la consommation de matière sèche.

La mise à l'herbe (tabl. 4) s'est effectuée en général au cours de la 2^{ème} semaine d'avril sauf en 1979 (printemps froid et humide) et en 1983 (printemps très humide) années au cours desquelles cette mise à l'herbe n'a eu lieu qu'au cours de la 2^{ème} quinzaine d'avril.

La rentrée en stabulation a été réalisée le plus fréquemment à la mi-novembre à l'exception des années 1981 et 1982 ; l'humidité très élevée de ces 2 automnes (25 à 50 mm/mois au-dessus de la moyenne) nous a conduit à anticiper la mise en stabulation de 15 jours en raison de la portance insuffisante du sol.

Nous avons également reporté sur la figure 1 les courbes de croissance relatives aux meilleurs (année de naissance 1979) et aux moins bons résultats (année de naissance 1981), après correction pour l'effet du génotype ; ces courbes n'appellent pas de commentaires particuliers, si ce n'est qu'elles traduisent les conditions climatiques plus ou moins favorables à la pousse de l'herbe et à la portance du sol.

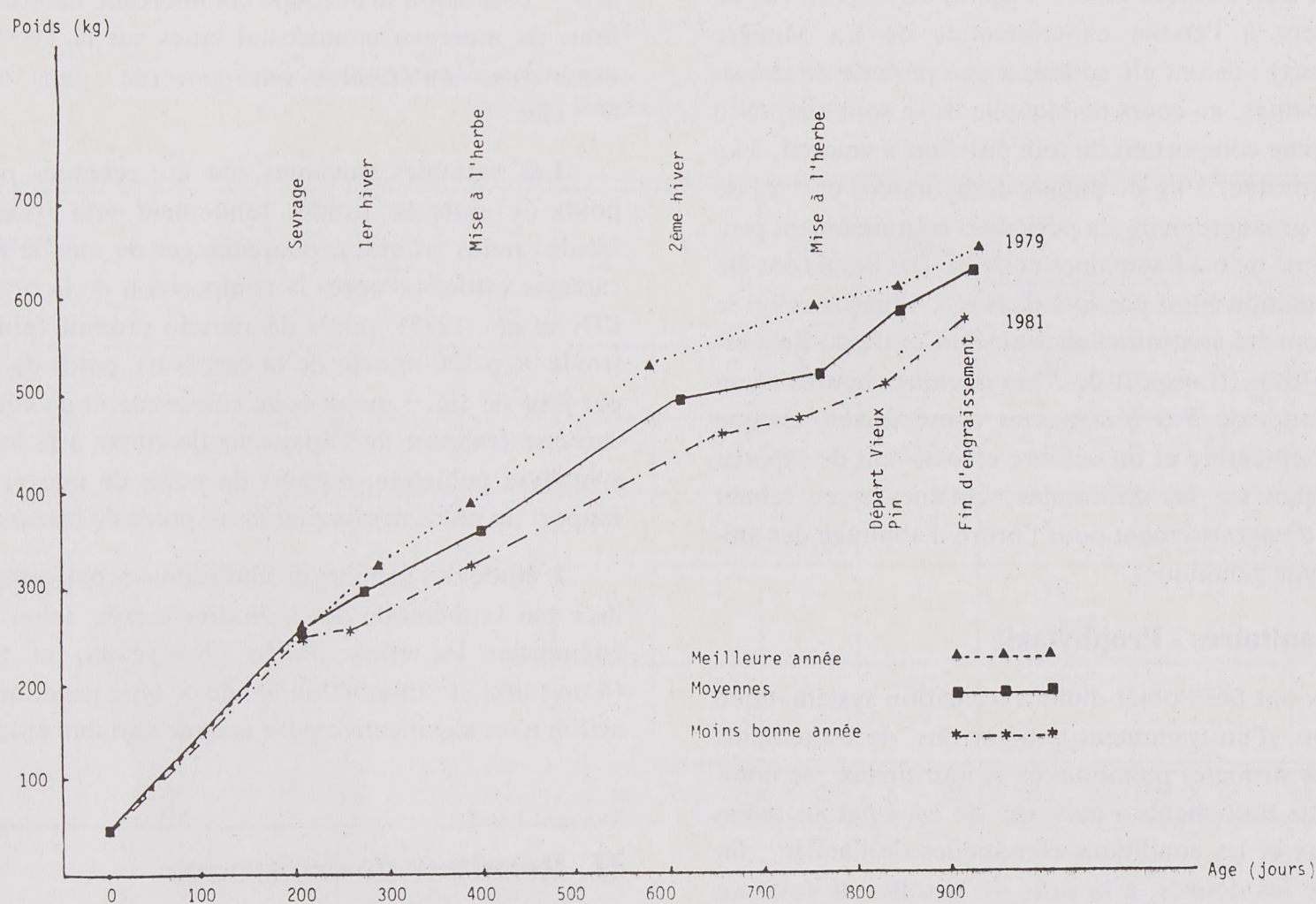


FIG. 1 : Evolution comparée des poids des bœufs du Vieux Pin (7 séries annuelles)
(après corrections pour l'effet du génotype)

TABLEAU 3

Evolution des performances (poids et croissances)
des bœufs du Vieux-Pin corrigées pour l'effet année

Critère	Moyenne corrigée	Effet année
Poids à la naissance (kg)	48,6	N.S.
Poids à 210 jours (kg)	258	+
Poids vif abattage (kg)	628	+++
Gain naissance - sevrage (g/j)	999	++
Gain sevrage - fin engraissement	517	++
Gain naissance - abattage	625	+++
Gain au cours du 1er hiver	535	+++
Gain au cours du 1er pâturage	621	+++
Gain au cours du 2ème hiver	163	+++
Gain au cours du 2ème pâturage	805	+++

N.S. Non significatif
+, ++, +++ Effets significatifs respectivement aux seuils 5 %, 1 %, 1 %.

TABLEAU 4

*Dates de mises à l'herbe et de rentrées en stabulation
Conditions climatiques*

Critères Années	Dates de mises à l'herbe	Conditions climatiques Avril - mai - juin		Conditions climatiques Juillet - août		Dates de rentrées en éta- ble	Conditions Sept - oct.		Observa- tions *
		P	T	P	T		P	T	
1978	7 Avril	humide	froid	normal	froid	13 ou 16 novembre	sec	frais	4 mai
1979	19 Avril	humide	froid	<u>sec</u>	frais	13 ou 21 novembre	normal	frais	7 mai
1980	14 Avril	normale	froid	humide	frais	10 ou 13 novembre	humide	frais	18 avril
1981	7 Avril	<u>très humide</u>	normal	<u>très sec</u>	normal	30 oct. ou 4 novembre	<u>très humide</u>	normal	16 avril
1982	15 Avril	normale	normal	humide	normal	28 oct. ou 30 octobre	<u>très humide</u>	normal	4 mai
1983	25 Avril	<u>très humide</u>	normal	normal	très chaud	14 ou 18 novembre	normal	normal	1er mai
1984	13 Avril	<u>très humide</u>	frais	<u>sec</u>	normal	13 ou 15 novembre	<u>très humide</u>	normal	27 avril

T : température chaud : 1 à 2°C supérieur à la moyenne
doux : 0 à 1°C " "
normal : voisin de la moyenne
frais : 0 à 1°C inférieur à la moyenne
froid : 1° à 2°C " "

P : pluviométrie très sec : 25 à 50 mm au
dessous de la
moyenne
sec : 0 à 25 mm au
dessous de la
moyenne
normal : proche de la moy
humide : 0 à 25 mm au
dessus de la moy
très humide: 25 à 50 mm au
dessus de la
moyenne

* date à laquelle la production atteint 10 T matière verte/ha en Ray
grass anglais

Dans l'analyse des résultats que nous avons effectuée, et nous n'y reviendrons pas, l'effet de l'année de naissance est significatif sur l'ensemble des poids relevés à différentes phases particulières (sevrage, mise à l'herbe, entrées en stabulation) ainsi que sur l'ensemble des croissances enregistrées entre ces moments particuliers ; seul le poids à la naissance n'est pas influencé significativement par l'année.

III. Résultats - Effets du type génétique

1. Poids et gains de poids vif

Les résultats relatifs à ces critères sont reportés au tableau 5 ; l'effet du type génétique est significatif pour toutes les performances retenues.

- Les animaux Maine-Anjou et Charolais se comportent de façon absolument comparable de la naissance à la fin de l'engraissement, aucune différence significative n'apparaissant sur les poids initiaux, intermédiaires, finaux ni sur les divers gains de poids ; la seule différence, non significative toutefois, concerne le poids à la naissance, la race Maine-Anjou donnant des veaux plus lourds d'environ 5 p.100.

- Les bœufs Limousins présentent systématiquement les valeurs les plus faibles et toujours significativement différentes de celles enregistrées pour les 2 races précédentes ; en valeur relative, l'infériorité du Limousin varie entre 10 et 15 p.100.

- Les résultats observés sur les croisés Blond × 3 races se situent entre les Limousins et les 2 autres races à viande ; les poids sont toujours significativement différents des races de grand format et le deviennent avec l'âge vis-à-vis des Limousins ; leurs gains de poids vif significativement différents de ceux des Maine-Anjou et Charolais de la naissance au sevrage deviennent comparables à ceux des deux autres races après le sevrage ; la différence relativement élevée avant sevrage (12,5 à 13,5 p.100 en valeur relative) entraîne le maintien de la différence significative sur les gains de la naissance à l'abattage.

A l'inverse, la comparaison des gains de poids avec les Limousins met en évidence des résultats comparables avant sevrage et significativement différents, en faveur des croisés Blond, après sevrage ; cette dernière différence, compte tenu de son importance (+ 15 p.100 en valeur relative) et de la durée pendant laquelle elle se manifeste (environ 23 mois), entraîne une différence significative sur les poids à l'abattage entre les 2 types génétiques (+ 8 p.100).

2. Morphologie

Le tableau 6, relatif aux caractéristiques de conformation (mensurations et pointages), ne fait que préciser et confirmer des informations bien connues sur la morphologie adulte des races concernées ; l'effet du type génétique est significatif sur l'ensemble des variables étudiées.

- La race Maine-Anjou présente les caractéristiques de taille (hauteur au garrot, hauteur de poitrine, développement), de lar-

TABLEAU 5

Résultats de croissance des bœufs de 30 mois (1977 à 1983)

Type génétique Critère	Maine-Anjou	Charolais	Blond x 3 races	Limousin	Moyenne générale (a)	Effet du type géné- tique
Effectif	22	24	14	23		
P naissance	52,0 ^a	49,6 ^a	47,7 ^{ab}	43,7 ^b	48,6	+++
P 210 jours	270 ^a	270 ^a	238 ^b	231 ^b	258	+++
P vif abattage	661 ^a	658 ^a	602 ^b	555 ^c	628	+++
Gain naissance - sevrage	1038 ^a	1048 ^a	907 ^b	892 ^b	999	+++
Gain sevrage - fin d'engraissement	548 ^a	537 ^a	528 ^a	459 ^b	515	+++
Gain naissance - fin d'engraissement	659 ^a	652 ^a	617 ^b	558 ^c	625	+++

(a) Données corrigées pour l'effet année

+++ Effets significatifs au seuil de 1 %

Les résultats indexés avec des lettres différentes indiquent des différences significatives au seuil de 5 % minimum.

TABLEAU 6

Morphologie des bœufs de 30 mois (1977 à 1983)

Type génétique Critère	Maine-Anjou	Charolais	Blond x 3 races	Limousin	Moyenne corrigée	Effet du type génétique
Hauteur garrot cm	1,37 ^a	1,32 ^b	1,32 ^b	1,28 ^c	1,33	+++
Hauteur poitrine cm	74 ^a	73 ^{ab}	72 ^{bc}	71 ^c	73	+++
Largeur hanches cm	55 ^a	53 ^b	52 ^{bc}	50 ^c	53	+++
Longueur bassin cm	56 ^a	56 ^{ab}	54 ^b	52 ^c	55	+++
Largeur trochanters cm	57 ^a	55 ^{ab}	54 ^{bc}	53 ^c	55	+++
Largeur poitrine cm	50 ^{ab}	52 ^a	49 ^b	49 ^b	51	N.S.
Os canon	4,4 ^b	3,8 ^b	6,9 ^a	7,5 ^a	5,4	+++
Tour poitrine cm	2,10 ^a	2,11 ^a	2,03 ^b	2,01 ^b	2,08	+++
Etat d'engraissement	3,2 ^b	2,4 ^{a1} Limite avec Limousin	2,3 ^a	1,9 ^a	2,5	+++
Développement musculaire	58 ^b	68 ^a	68 ^a	71 ^a	65	++
Développement	7,7 ^a	7,1 ^a	7,7 ^a	6,4 ^b	7,2	+++

Données corrigées pour l'effet année

++, +++ effets significatifs aux seuils de 1 %, 1 %.

Les résultats indexés avec des lettres différentes indiquent des différences significatives au seuil de 5 % minimum.

geur (hanches, trochanters), de longueur (bassin) les plus élevées avec des mensurations supérieures de 2 à 5 p.100 en valeur relative par rapport aux Charolais ; les seules différences significatives concernent la hauteur au garrot et la largeur aux hanches.

- L'importance de l'os canon des Charolais et croisés Blond est différente ; il en est de même pour le tour de poitrine en raison des différences de largeur et non de hauteur.

- La hauteur au garrot et la note de développement de la race Limousine sont significativement les plus faibles des 4 types génétiques ; ces appréciations de la taille et la longueur du bassin sont les seules mensurations différentes entre Limousins et croisés Blond (à type longiligne) ; Limousins et Blancs sont les plus fins d'os et tout spécialement les premiers (résultats de carcasses).

- La note de développement musculaire traduit bien les différences signalées sur les mensurations et les résultats enregistrés sur les carcasses ; la seule différence apparaît très nettement au détriment de la Maine-Anjou (race mixte), les autres types génétiques obtenant des notes très voisines pour des raisons diverses expliquées par la morphologie rappelée ci-dessus et confirmées par les résultats enregistrés sur carcasses. Le classement de l'état d'engraissement apprécié en vif se trouve confirmé par le pourcentage de gras de la carcasse estimé à partir de la dissection de la 6^{ème} côte ; les animaux Maine-Anjou apparaissent les plus gras, les Limousins les plus maigres.

3. Carcasses

Les résultats figurent dans le tableau 7 ; l'effet du type génétique est significatif pour toutes les variables étudiées. Les comparaisons des résultats entre types pris 2 à 2 conduisent aux commentaires suivants.

- Charolais et Maine-Anjou ne diffèrent pas quant aux poids de carcasse froide, de muscle total produit et de muscle produit par jour ; par contre, les Charolais présentent une supériorité significative sur les Maine-Anjou si l'on considère la plupart des autres critères qui rendent compte de la qualité des carcasses (p.100 muscle, p.100 gras de la carcasse, rapport muscle/os, compacité du globe appréciée par le rapport épaisseur de la cuisse / longueur jarret-symphise) ;

- Les Limousins sont significativement inférieurs aux 2 autres races sur les poids cités précédemment ; leur très grande supériorité, significative au seuil de 1 p.100 en qualité de carcasse, y compris vis-à-vis du Charolais à l'exception de la compacité (1,5 à 1,8 pt sur le rendement vrai, 3,6 à 4,8 pts sur le p.100 de muscle de la carcasse, - 2,5 à 3,1 pts sur le p.100 du gras, 0,6 à 0,9 pt sur le rapport muscle / os respectivement vis-à-vis des Charolais et des Maine-Anjou), ne leur permet pas toutefois de compenser entièrement leur plus faible croissance ; cette supériorité ne peut que réduire les différences, demeurant significatives, sur le poids total de muscle produit ainsi que sur ce poids quotidien ; en valeur relative les différences sur ces 2 critères n'atteignent plus que 6 et 8 p.100, 5,5 et 6,5 p.100 respectivement vis-à-vis des Maine-Anjou et des Charolais, pourcentages à comparer aux différences relatives sur les gains (10 et 15 p.100) et les poids de carcasse (12,5 et 13,5 p.100).

- Les croisés Blond x 3 races se situent d'une façon générale en position intermédiaire sur les qualités de carcasse entre Limousins et les 2 autres races à viande ; sur certains critères (rendement vrai, compacité), elles sont souvent significativement différentes à la fois vis-à-vis des Limousins d'une part et vis-à-vis des Maine-Anjou d'autre part (p.100 muscle, p.100 gras de la carcasse, muscle / os) ainsi que, pour certains critères, des Charolais.

TABEAU 7

Résultats des carcasses des bœufs de 30 mois (1977 à 1983)
(Abattage au Centre de Recherches à Jouy-en-Josas)

Type génétique Critère	Maine-Anjou	Charolais	Blond x 3 races	Limousin	Moyenne corrigée	Effet du type génétique
Carcasse froide (kg)	387,0 ^a	389,1 ^a	365,1 ^b	338,3 ^c	376,7	+++
Rendement vrai %	66,1 ^b	66,4 ^b	67,5 ^a	67,9 ^a	67,1	+++
% muscle carcasse	68,4 ^d	69,6 ^c	71,0 ^b	73,2 ^a	70,4	+++
% gras carcasse	15,2 ^d	14,6 ^c	13,5 ^b	12,1 ^a	14,1	+++
Muscle/os	4,2 ^c	4,5 ^b	4,6 ^b	5,1 ^a	4,6	+++
Epaisseur de cuisse Longueur jarret-symphise	336 ^b	355 ^a	350 ^a	354 ^a	349	+++
Muscle produit (kg)	264 ^a	271 ^a	259 ^{ab}	248 ^b	265 kg	++
Muscle/jour (g)	286 ^a	290 ^a	289 ^a	271 ^b	286 g	+
Os canon x 100 Poids carcasse froide	956 ^a	916 ^{a1} limite avec Maine-Anjou	925 ^{aa1}	853 ^b	903	+++

+, ++, +++ effets significatifs aux seuils de 5 et 1 %, 1 %.

Les résultats indexés avec des lettres différentes indiquent des différences significatives au seuil de 5 % minimum.

ses (rendement vrai, muscle et p.100 gras de la carcasse). En ce qui concerne le muscle total produit, leurs carcasses se situent exactement en position intermédiaire entre une race de taille moyenne et les 2 races de grande taille ; le muscle produit par jour (animaux en moyenne plus jeunes de 35 à 40 jours, compte tenu de la conduite de l'élevage), (rendement vrai, p.100 muscle de la carcasse supérieurs) est très comparable à celui des grandes races avec des résultats de 286, 289, 290 grammes par jour respectivement pour les types Maine-Anjou, Blond $\times$ 3 races, Charolais.

IV. Discussion

Les comparaisons planifiées entre races pures de bovins à viande restent limitées et ont porté le plus souvent sur la production de taurillons engraisés intensivement ; à partir d'un certain nombre d'expériences réalisées à l'INRA, GEAY et MAL-TERRE (1973) ont entrepris de caractériser les aptitudes à la production de viande des principales races françaises ; les résultats concernent la production de taurillons engraisés entre 8-10 mois et 14-17 mois avec des rations riches en concentré ; pour les races qui nous intéressent ici plus particulièrement, LI et CH, les différences entre les rendements vrais en carcasse, en faveur des LI, varient entre 2,2 et 2,5 p.100 à état d'engraissement, poids ou âge constants.

Une étude sur la croissance différentielle des régions musculaires des bovins de la naissance à l'état adulte (ROBELIN *et al.*, 1984) comporte, avec d'autres races, 56 Charolais et 50 Limousins ; il apparaît au poids vif vide de 500 kg un rendement en carcasse et un pourcentage de muscle dans la carcasse de 70 et 68 p.100, de 75 et 71 p.100 respectivement pour ces 2 races en faveur du Limousin ; les répartitions musculaires selon les 3 grandes régions corporelles (membres postérieurs - régions cervicale et abdominale ainsi que membres antérieurs - région dorsale) sont très comparables à même poids total de muscle.

Une étude ancienne (FREBLING *et al.*, 1970) a mis en comparaison les races Charolaise et Blonde d'Aquitaine en croisement de première génération avec la race d'Aubrac au cours de 3 années successives en vue d'une production de taurillons engraisés intensivement ; les résultats portant respectivement sur 113 et 58 animaux issus de 11 et 6 descendance ont permis d'exprimer de façon objective et analytique l'avantage des croisements mâles Charolais en ce qui concerne les performances de croissance, d'aptitude à l'engraissement, de poids de carcasse et d'indice de compacité des carcasses, l'indice de consommation et l'état d'engraissement étant plus faibles pour les Blonds, les rendements en carcasses étant quant à eux comparables ; d'une façon générale, la race Blonde semblait se situer entre la Charolaise et la Limousine.

La comparaison entre races à viande (MA, CH, LI) sur la production de taurillons, de mêmes origines maternelles que celles des bœufs étudiés ici, engraisés intensivement et abattus à 15 ou 18 mois (FREBLING *et al.*, 1982) fait ressortir les résultats suivants.

Les écarts de productivité pondérale (muscle produit par jour) entre races françaises sont très réduits à l'âge de 16 mois et

demi (MA : + 1 g/jour ; CH : 0 ; LI : - 7) dans la mesure où le cumul des différences de rendement à l'abattage (LI : + 2,3 pts ; CH : 0 ; MA : - 1,0) et de proportion de muscle de la carcasse (LI : + 2,5 pts ; CH : 0 ; MA : - 3,5) - différences entre Limousins et Charolais comparables à celles rappelées dans les études antérieures - permet d'effacer les différences de poids et de compenser les différences de croissance (MA : + 104 g/jour ; CH : 0 ; LI : - 120) ; les différences relatives à l'efficacité alimentaire s'inversent pour les 3 races en faveur des Limousins (LI : + 2 pts ; CH : 0 ; MA : - 9).

Entre 15 et 18 mois, la réduction des écarts de croissance, malgré un maintien des écarts de consommation, conduit à une augmentation importante des différences d'efficacité alimentaire entre les 3 races françaises en faveur des Limousins et défaveur des Maine-Anjou ; avec l'âge le Limousin augmente son avantage pour le rendement vrai ; la composition de la carcasse demeure à peu près stable chez les Limousins contrairement aux autres races qui augmentent leurs dépôts de gras ; avec l'âge les Limousins améliorent également leur avantage pour le rapport muscle/os qui s'accroît pour les 3 races.

A poids constant, les différences de composition sont plus faibles, les races les plus lourdes compensant leur handicap grâce à un plus faible degré de maturité.

Les résultats observés sur les critères de rendement et de qualité des carcasses des bœufs Limousins (tabl. 7) confirment ceux obtenus sur taurillons et sont à rapprocher de ceux obtenus par MICOL (1982) sur différents types de bœufs de cette même race ; le classement des 3 races reste comparable mais s'accompagne d'une diminution, avec l'âge, des différences entre les races extrêmes, Limousin et Maine-Anjou ; à l'exception des os canons les résultats enregistrés sur les croisés Blond sont intermédiaires entre Charolais et Limousins.

Le handicap de croissance des bœufs Limousins se confirme également vis-à-vis des deux autres races de grand format (- 94 g/j contre - 120 g/j en valeur absolue par rapport aux CH respectivement pour les bœufs et taurillons, 14,5 p.100 et 9 p.100 en valeur relative) ; ce handicap a également été observé par MICOL (1982) lors d'une comparaison de production de bœufs Limousins de 30 mois comparée à celle de bœufs Normands, dans des conditions herbagères favorables du Pin-au-Haras ; les croissances au pâturage entre 14 et 20 mois et pendant l'engraissement à l'herbe à 30 mois des bœufs Limousins ont été inférieures de 170 g et 209 g/j respectivement à celles des Normands, en raison sans doute d'une plus faible capacité d'ingestion ; la différence de croissance observée dans notre étude est trop élevée et dure trop longtemps (30 mois) pour qu'elle puisse être compensée par les meilleures qualités des carcasses ; là encore les croisés Blond se situent en position intermédiaire.

En raison de ce handicap sévère et prolongé et contrairement aux résultats enregistrés sur les taurillons des mêmes origines maternelles (cf. ci-dessus), les écarts de productivité pondérale (tabl. 7) enregistrés sur les bœufs (muscle produit par jour, muscle produit total, poids de carcasse) sont plus élevés et significatifs (CH (0), MA (- 4), LI (- 19) g/jour - CH (0), MA (- 7), LI (- 23) kg - CH (0), MA (- 2), LI (- 51) kg) entre les races Charolaise et Maine-Anjou d'une part et la race Limousine d'autre part, les croisés Blond présentant des résultats similaires pour le

muscle produit quotidiennement (BA (- 1)) ou, comme précédemment, intermédiaires pour les 2 autres critères (BA (- 12), BA (- 24) kg) entre Charolais et Limousins ; les différences entre Limousins et les races de grande taille s'élèvent respectivement, pour le muscle produit par jour, à 5,5 et 6,5 p.100.

V. Conclusion

La capacité de produire beaucoup de muscle a été observée dans les différentes races françaises étudiées soit en raison d'excellentes qualités des carcasses (rendement, morphologie et compositions : Limousine, Charolaise), soit à cause d'un remarquable potentiel de croissance Maine-Anjou, Charolaise.

Les animaux de races à viande ayant à la fois une bonne capacité d'ingestion de fourrages et une forte capacité de croissance musculaire (Charolaise, Maine-Anjou) sont bien adaptés à des systèmes de production extensifs améliorés à partir d'herbe ; par contre, la plus faible vitesse de croissance de la Limousine observée en régime de pâturage extensif constitue un handicap tel que cette race semble mieux adaptée à des systèmes de production intensifs qui valorisent mieux sa fixation réduite de lipides, sa capacité de croissance protéique élevée et sa très bonne efficacité alimentaire ; des études complémentaires seraient nécessaires pour apprécier le comportement de la race Blonde qui, dans notre étude et avec des effectifs limités, utilisée en croisement, présente le plus souvent des résultats intermédiaires entre les races Charolaise et Maine-Anjou d'une part, et la race Limousine d'autre part.

Références bibliographiques

- FREBLING J., POUJARDIEU B., VISSAC B., BERANGER C., TEISSIER J.H., 1967. Stations de sélection bovine. Compte-rendu technique n° 1. Note générale. *Bull. tech. Inf.*, **225**, 887-894.
- FREBLING J., POUJARDIEU B., VISSAC B., AZAN M., GAILLARD J., RONDEAU M., HENNEQUIN M., 1970. Comparaison des races Charolaise et Blonde d'Aquitaine en croisement de première génération sur la race d'Aubrac. Stations de sélection bovine. Compte-rendu technique n° 6. *Bull. tech. Inf.*, **253**, 635-642.
- FREBLING J., GILLARD P., LAISSUS R., LECONTE D., MENISSIER F., 1980. Production de bœufs de 30 mois de différentes races à viande. Bilan de la 1^{ère} série (1977-1979). *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **41**, 15-21.
- FREBLING J., BONAITI B., BIBE B., CHAMBEYRON J.J., GILLARD P., MENISSIER F., 1982. Comparaisons des performances d'engraissement et d'abattage entre races Charolaise, Limousine, Maine-Anjou, Hereford selon divers types de production. 2^{ème} Congrès mondial de génétique appliquée aux animaux domestiques, 4-8 oct., Madrid.
- GEAY Y., MALTERRE C., 1973. Croissance, rendement et composition des carcasses de jeunes bovins de différentes races. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **14**, 17-20.
- MICOL D., 1982. Production de bœufs. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **48**, 71-75.
- MICOL D., 1986. Production de viande de bœufs et de jeunes taureaux. In : *Production de viande bovine* - INRA, Paris, p. 169-200.
- ROBELIN J., GEAY Y., 1975. Estimation de la composition de la carcasse des taurillons à partir de la composition de la 6^{ème} côte. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **22**, 41-44.
- ROBELIN J., 1984. Croissance différentielle des régions musculaires des bovins de la naissance à l'état adulte. Variations selon le génotype et le sexe. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **58**, 53-57.

Influence de facteurs biologiques et technologiques sur la couleur de la viande bovine

M. RENERRE

INRA, Station de Recherches sur la Viande, 63122 Ceyrat

L'apparence, et en particulier la **couleur**, reste un des facteurs les plus importants lors de l'achat de produits alimentaires car elle exerce une attraction sur le consommateur, ce qui n'est pas le cas pour la flaveur et la texture. L'apparence d'un produit alimentaire, en dehors de la couleur, est influencée par de nombreux facteurs tels que l'état de surface présentant une plus ou moins grande humidité, la structure, plus ou moins uniforme, la consistance ainsi que la proportion et la répartition des composés auxiliaires (comme le gras dans le cas de la viande).

Dans la viande, en comparaison avec d'autres produits alimentaires colorés, il existe une situation assez complexe car le pigment peut prendre trois formes physico-chimiques différentes (RENERRE, 1981). La **myoglobine** est le principal pigment responsable de la couleur de la viande (l'hémoglobine résiduelle ne représentant que 5 à 12 p.100 des pigments héminiques totaux) et elle intéresse, à la fois, le scientifique et l'industriel qui commercialise de la viande de bovin, de porc, de mouton ou de volaille (voire de certains poissons). Ce pigment est localisé essentiellement dans le cœur et dans les muscles squelettiques des vertébrés. C'est une protéine monomérique dont le poids moléculaire est compris entre 17000 et 18000, localisée essentiellement dans les fibres rouges. La myoglobine transporte l'oxygène, apporté par l'hémoglobine du sang, jusqu'aux mitochondries et stocke cet oxygène dans le tissu musculaire.

La couleur de la viande est fonction de plusieurs facteurs biologiques tels que l'espèce, l'âge, la race, le sexe, l'activité musculaire, le type de muscle, l'alimentation (cas des jeunes animaux) et de facteurs technologiques tels que le traitement *post mortem* des carcasses.

I. Facteurs biologiques

La **quantité de myoglobine** présente dépend des besoins physiologiques des muscles. En généralisant, nous pouvons dire que les muscles qui présentent une **activité** élevée sont les plus riches

en pigments héminiques : par exemple, les muscles du lièvre sont plus pigmentés que ceux du lapin. La concentration en pigment augmente aussi avec l'**âge** : nous avons montré par exemple (RENERRE et VALIN, 1979) que pour des taurillons Limousins en croissance intensive, l'augmentation de la teneur en pigments héminiques de muscles est particulièrement rapide jusqu'à l'âge de 16 mois. Au-delà de l'âge de 16 mois, les accroissements de la teneur en pigments héminiques sont beaucoup plus faibles et la couleur se rapproche de celle des muscles des vaches de réforme. Dans le cas de taurillons Frisons et Charolais abattus entre 15 et 67 p.100 de leur poids adulte, au même âge, les muscles des animaux de race Frisonne sont toujours plus riches en pigments que ceux de race Charolaise ce qui traduit leur différence de précocité (fig. 1). Cependant, ramenées à un même pourcentage du poids adulte, ces différences de pigmentation entre **races** s'amouindrissent voire s'annulent (fig. 2). La mesure de la teneur en pigments héminiques du muscle qui est une méthode de mise en œuvre facile (HORNSEY, 1956), pourrait être ainsi un bon critère d'appréciation du « degré de maturité » ou de l'âge physiologique des animaux.

Par ailleurs, pour une race donnée, l'évolution de la teneur en fer héminique n'est pas constante tout au long du vieillissement de l'animal mais varie en fonction de la tranche d'âge considérée (RENERRE, 1982). Cet accroissement de la teneur en pigments est maximum dans la période 12 - 15 mois pour les animaux de race Frisonne, 17 - 22 mois pour les animaux de race Charolaise et 13 - 16 mois pour les animaux de race Limousine.

Le **type de muscle** est aussi un facteur de variation important de la teneur en myoglobine, variabilité que l'on peut relier aux types métaboliques musculaires. Les fibres musculaires ont un métabolisme soit :

- de type aérobie (fibres rouges, riches en myoglobine) à contraction lente,
- de type anaérobie (fibres blanches, pauvres en myoglobine) à contraction rapide,
- ou de type intermédiaire (fibres riches en myoglobine) à contraction rapide.

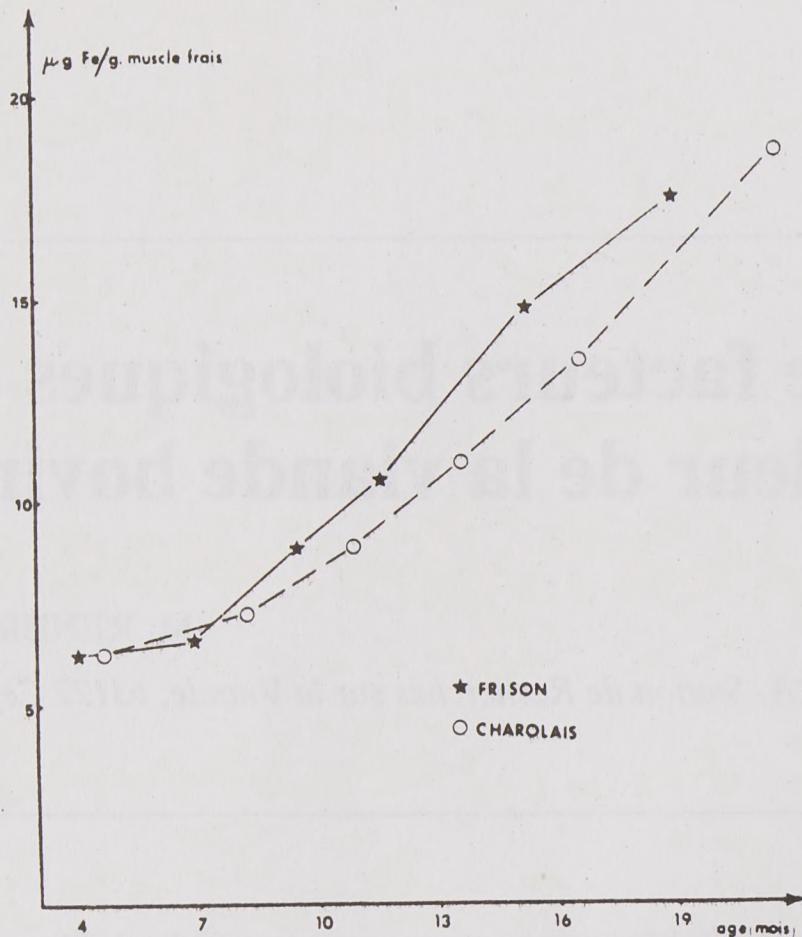


FIG. 1 : Influence de l'âge sur la teneur en fer héminique du muscle Long dorsal (faux-filet) d'animaux de races Frisonne et Charolaise

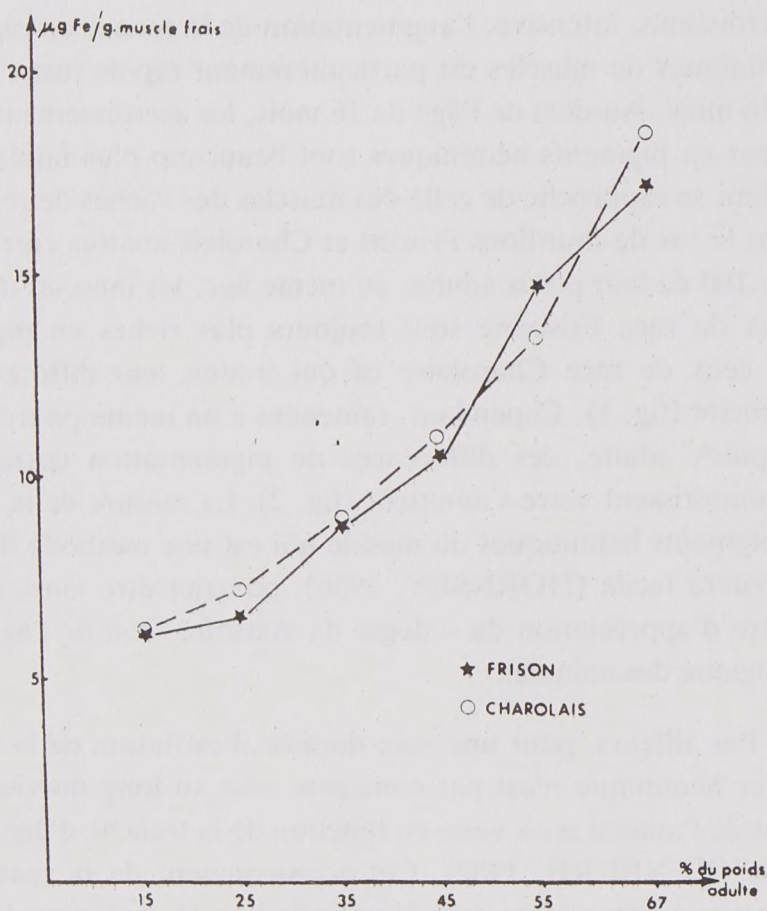


FIG. 2 : Influence du « degré de maturité » sur la teneur en fer héminique du muscle Long dorsal (faux-filet) d'animaux de races Frisonne et Charolaise

Ainsi par exemple chez les taurillons Limousins, à 19 mois, le muscle *Tensor fasciae latae* (aiguillette baronne) présente une teneur de l'ordre de 2,9 mg de myoglobine/g de viande tandis que cette teneur est de 4,4 mg/g pour le muscle *Longissimus dorsi* (faux-filet) ou de 7,0 mg/g pour le muscle *Diaphragma* (hampe) (RENERRE et VALIN, 1979). Cependant cette hétérogénéité de concentration en myoglobine peut se manifester également à l'intérieur d'un même muscle tels que le *Longissimus*

dorsi, le *Gluteus medius* ou les parties interne et externe du muscle *Semitendinosus* chez les bovins (HUNT et HEDRICK, 1977).

Outre l'âge, le sexe a une influence sur la teneur en pigment qui croît plus rapidement chez les femelles plus précoces que les mâles. Cette différence est d'autant plus importante que les muscles sont plus colorés (RENERRE et VALIN, 1979). Par ailleurs, RENERRE (résultats non publiés), à partir de bovins de race Limousine, et MARINOVA *et al.* (1985), à partir de bovins croisés (Frison Holstein × Brown Bulgarian) et de buffles croisés (Brown Bulgarian × Murrah) n'ont pas mis en évidence d'effets significatifs de la castration sur la teneur en pigments héminiques de différents muscles (faux-filet, aiguillette baronne).

L'influence de l'alimentation sur la teneur en myoglobine du muscle ne se manifeste que dans le cas d'animaux jeunes en état d'anémie ferriprive comme le veau de boucherie. Nous avons analysé (VALIN *et al.*, 1978) les effets respectifs de l'emploi des anabolisants, de la composition du produit d'allaitement et du poids de carcasse (2 classes : 109 et 129 kg) sur la teneur en pigments héminiques de la viande. On constate un effet significatif de la composition du lait (20 à 25 p.100 de lipides ou d'amidon) sur la teneur en pigment du muscle *Longissimus dorsi* (faux-filet). L'emploi d'anabolisants (œstradiol + acétate de trenbolone) ne s'accompagne pas d'un éclaircissement de la couleur de la viande (tabl. 1).

TABLEAU 1

Influence des anabolisants et de la nature du lait sur la teneur en pigments héminiques (mg/g viande) de la viande de veau de boucherie (Analyse de variance : **P<1%)

Muscle	Traitements	(mg/g de viande) $\bar{m}$	Valeur de F
Faux-filet	<u>Effet anabolisant</u>		
	avec	0,935	0,033
	sans	0,925	

	<u>Effet lait</u>		
	lipide	0,809	15,568**
	amidon	1,053	

La restriction alimentaire ne semble pas avoir d'effet significatif sur la teneur en pigments héminiques musculaires des taurillons. L'implantation d'hormones (acétate de trenbolone + œstradiol) n'a pas entraîné de modifications significatives de teneur en pigments héminiques donc de la couleur au niveau du muscle *Longissimus dorsi* (faux filet) de bœufs de race Charolaise.

En dehors de la teneur en pigments héminiques, d'autres variables contrôlent l'apparence de la couleur de la viande fraîche. Parmi celles-ci, on peut noter le degré de dessiccation de l'état de surface, qui interfère sur la sensation visuelle et, bien sûr, l'état physico-chimique du pigment en surface de la viande qui peut être, rappelons le (RENERRE, 1981), sous forme réduite, désoxygénée (couleur rouge pourpre), sous forme oxygénée (couleur rouge vif), qui est la teinte recherchée par le consommateur, et sous forme oxydée (couleur brune) (fig. 3).

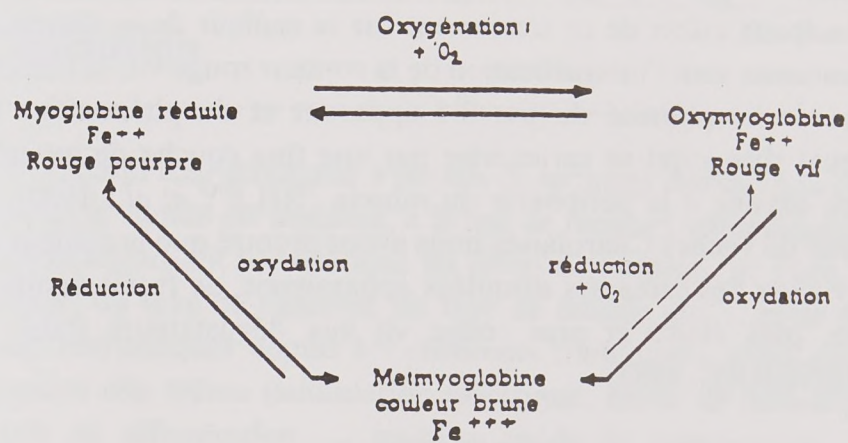


FIG. 3 : Cycle d'évolution de la couleur dans la viande fraîche

Lors de la **conservation** de la viande, la **stabilité de la couleur** est aussi influencée par des facteurs biologiques. La stabilité de la couleur peut s'apprécier soit de façon visuelle avec l'aide d'un jury, soit de façon instrumentale par mesure de réflexion (RENERRE et MAZUEL, 1985). Les mesures de réflexion peuvent prendre en compte soit l'apparition de la forme oxydée de la myoglobine, par la mesure de la réflectance à différentes longueurs d'onde ($R_{630} - R_{580}$; $K/S572/K/S525$), soit tout le spectre de réflexion enregistré entre 400 et 700 nm par mesure de la différence ΔE (RENERRE, 1984). Ainsi, à partir de taurillons de race Frisonne et de race Limousine (RENERRE, 1982 ; RENERRE, VALIN, 1979), l'instabilité de la couleur de la viande croît avec l'âge des animaux. Par ailleurs, nos résultats n'indiquent, en aucune façon, que la viande de taurillons se conserve moins bien au froid que la viande d'animaux âgés tels que les vaches de réforme.

A partir de dix animaux choisis volontairement très différents par l'âge, le sexe, le poids, la race et la conformation, nous avons montré (RENERRE, 1984) que l'effet animal influait de façon très significative ($P < 1 \text{ p.1000}$) sur la stabilité de la couleur de la viande mesurée par réflectométrie. Dans cette même étude nous avons également montré que les muscles de bovins pouvaient être classés du point de vue de la stabilité de la couleur :

- en muscles **stables** (faux-filet, oblique externe, aiguillette baronne),
- en muscles **intermédiaires** (tranche),
- en muscles **instables** (fessier moyen, gros anconé, filet, hampe).

L'effet muscle sur la stabilité de la couleur est un facteur très important à prendre en considération car il permettra lors du développement des nouvelles technologies qui se font jour dans la filière viande, de mieux « orienter » tel ou tel muscle en fonction de ses qualités intrinsèques propres.

Enfin, la **couleur** de la viande est influencée par les **propriétés de diffusion de la lumière des protéines musculaires**. En effet, immédiatement après l'abattage, la viande est translucide et sombre mais durant la *rigor mortis*, la viande s'acidifie et passe de pH 7,0 à pH 5,5. Tandis que le glycogène est converti en acide lactique, en dessous de pH 5,9, l'apparence de la viande change et la couleur est de plus en plus pâle, brillante, et finalement devient opaque. Cette opacité provient d'une diffusion croissante de la lumière à partir des protéines musculaires lorsqu'elles s'appro-

chent de leur point isoélectrique. En *pre-rigor*, la viande avec un $\text{pH} > 6,0$, a un coefficient de diffusion de la lumière $S \text{ mm}^{-1} < 0,1$ et apparaît sombre à cause d'une pénétration du rayon lumineux de plusieurs mm dans sa structure, équivalente à un gel, absorbé par la myoglobine.

La viande provenant d'animaux ayant été stressés avant l'abattage, ou fatigués de façon excessive, présente des réserves faibles en glycogène de telle façon que le pH musculaire ne descend pas en dessous de pH 6,0 à 24 h *post mortem*. La viande a alors une apparence similaire à celle du muscle en *pre-rigor* et est décrite comme étant à « coupe sombre » (ou à « coupe noire ») chez le bovin. **Ces viandes à pH élevé** se caractérisent ainsi par un pouvoir de rétention d'eau très élevé (« viandes poisseuses ») et un pouvoir de conservation limité qui les exclut de la mise sous vide ou de la vente sous forme pré-emballée à cause de développements microbiens importants. Comme la resynthèse du glycogène est un phénomène très lent chez les bovins, l'attente des animaux de plusieurs jours à l'abattoir, qui pose de nombreux problèmes pratiques, n'est pas toujours suffisante. C'est pourquoi la meilleure façon de prévenir l'apparition des pH élevés chez les taurillons est de recourir à des temps de transport court, d'éviter des stress de groupe et d'abattre les animaux le plus rapidement possible après l'arrivée à l'abattoir (VALIN, 1986). Parmi les facteurs liés à l'animal qui favorisent l'apparition des pH élevés figurent le sexe (les taurillons sont les plus atteints, les bœufs les moins atteints (tabl. 2)), l'âge (la fréquence d'apparition des pH élevés chez le veau et le taurillon augmente avec l'âge) et la race, bien que les résultats restent contradictoires. D'après SORNAY (1978) les bovins de type laitier très prononcé (Holstein) seraient particulièrement sensibles au stress.

TABLEAU 2

Influence du sexe sur la fréquence d'apparition des viandes à pH élevé

	Taurillons	Boeufs	Génisses	Vaches de réforme
Effectifs	1 150	100	135	105
% pH élevés	18	0	3	2,4

La dépréciation des carcasses à pH élevé (VALIN, 1986) est importante car elle peut se chiffrer de 10 à 30 p.100 du prix de la même carcasse à pH normal. Ceci rapporté aux fréquences observées donne une idée de l'ampleur du manque à gagner pour le producteur. En France on estime que, à l'heure actuelle, 6 à 15 p.100 des taurillons sont affectés par ce phénomène ce qui représenterait une perte de 200 millions de francs par an. Pour les bovins, contrairement à ce qui se fait chez le porc, la détection de l'état de stress avant l'abattage n'est pas encore résolue. On peut, au laboratoire, sur des échantillons de muscle prélevés par biopsies, doser par exemple les teneurs en glycogène initiales qui pourraient être ramenées aux différences de pH observées. Au niveau de l'abattoir, par contre, des études sont en cours pour

détecter rapidement après la mort de l'animal l'apparition de ces viandes à coupe sombre. A l'heure actuelle, le pH est le seul critère utilisable (et utilisé) en pratique. A l'INRA (Station de Recherches sur la Viande) avec l'aide financière de l'ANVAR, des travaux ont permis l'élaboration d'une fibre optique (émettant avec un rayon laser dans le proche Infra-rouge) qui devrait permettre de détecter l'apparition de viande à pH élevés quelques heures après l'abattage. En Grande-bretagne, depuis les travaux de MAC DOUGALL, la firme TBL a commercialisé une fibre optique tandis que d'autres essais sont poursuivis dans différents pays, comme au Canada par exemple.

II. Facteurs technologiques

1. Les effets temps-température

L'influence de la température sur la structure des protéines sarcoplasmiques de la viande, et donc sur la couleur de celle-ci, a été soulignée depuis de nombreuses années dans la littérature. D'après MAC DOUGALL (1983), un refroidissement lent de la carcasse entraînerait des valeurs de coefficient de diffusion (S) plus élevées, et avec un refroidissement très lent, par exemple dans les muscles adjacents au fémur dans les carcasses de bovins, la valeur de S pourrait être égale à 0,3, voire à 0,4, ce qui se traduirait par une augmentation très importante de la luminosité (ou de la « clarté ») de la couleur de la viande. En collaboration avec notre Laboratoire, LEGRAS (1980) en travaillant sur les muscles faux-filet et gros anconé a bien montré que les carcasses de veaux réfrigérés lentement (0/+2° C à 24 h p.m) étaient plus claires que celles réfrigérées rapidement (0/+2° C à 1 h p.m) (appréciation faite à l'aide du réflectomètre INRA et d'un jugement visuel), une réfrigération lente entraînant une plus grande dénaturation des protéines sarcoplasmiques et donc une plus grande opacité de la viande. Ces résultats illustrent, en partie, les nombreuses difficultés rencontrées dans la prédiction de la couleur de la viande du veau de boucherie si l'on ne se base, par exemple, que sur un test tel que l'hématocrite, qui n'est corrélé qu'avec la teneur en pigments.

2. La stimulation électrique

Pour des raisons d'hygiène et d'économie, on a assisté à la mise en place dans les abattoirs de techniques de refroidissement rapide, afin d'aboutir à une température de l'ordre de 7° C en 24 heures. Si le pH est encore supérieur à 6,0 alors que la température est inférieure à 10° C, cette méthode de refroidissement entraîne une forte contracture des muscles (« Cold Shortening ») qui rend les viandes définitivement dures. Pour éviter cette contraction, une méthode a été mise au point (travaux réalisés en Nouvelle Zélande essentiellement) sous la forme d'une stimulation électrique des carcasses. Suite à différents travaux de recherches, plusieurs technologies ont vu le jour et utilisent soit la haute tension (700 V - 12,5 Hz) à 45 minutes *post mortem*, soit la basse tension, d'un emploi plus commode (70 V - 12,5 Hz), quelques minutes *post mortem*. En France, de nombreux abattoirs sont équipés (SOCOPA-CHIRON - SABIM - MOREY,...). La stimulation électrique des bovins permet d'une part, d'avancer l'installation de la *rigor mortis* et donc d'accélérer la vitesse de la maturation et d'autre part, améliorerait certaines

qualités organoleptiques de la viande comme la couleur. Les principaux effets de ce traitement sur la couleur de la viande de la carcasse sont l'intensification de la couleur rouge vif, la diminution de la quantité du persillé apparent et du phénomène de « heat ring » qui se caractérise par une fine couche de myoglobine oxydée à la périphérie du muscle (RILEY *et al.*, 1980). A partir de vaches Charolaises nous avons montré que la couleur de la viande des carcasses stimulées apparaissait, de façon significative, plus claire et plus rouge vif aux dégustateurs (tabl. 3) (RENERRE, 1983).

TABLEAU 3

Nombre d'observateurs qui jugent la couleur de la viande plus claire et plus rouge vif

Muscle	Aiguillette baronne		Gros anconé	
Traitement	Témoin	Stimulation	Témoin	Stimulation
Nombre d'observateurs	19	41	9	51
Signification	P<1 %		P<1°/c _o	

La stimulation électrique s'accompagnerait, dans les premières heures qui suivent la mort de l'animal, d'une augmentation du coefficient de diffusion de la lumière (S) du fait de la chute importante du pH. Des résultats contradictoires tendant à montrer que la stimulation électrique conduirait à l'apparition de viande pâle, molle et exsudative, existent dans la littérature scientifique. Par ailleurs, nous avons montré que ce traitement électrique avait également un effet bénéfique sur la stabilité de la couleur de la viande conservée au froid pendant 8 jours, sous film perméable aux gaz, aussi bien pour un muscle stable sur le plan de la couleur, comme l'aiguillette baronne, que pour un muscle instable comme le gros anconé (RENERRE, 1983).

3. La stimulation électrique et le désossage « à chaud » (ou à « tiède »)

Le désossage à chaud des carcasses permet de diminuer les coûts de réfrigération de la viande (l'avantage économique semblerait important, de l'ordre de 120 F/carcasse abattue), d'améliorer le rendement au désossage et de proposer rapidement des muscles prêts à la vente. Pour éviter d'avoir une détérioration de la tendreté due à une excision trop précoce des muscles de la carcasse, cette technique est souvent précédée par la stimulation électrique. L'effet conjugué de la stimulation électrique et du désossage à chaud sur la couleur de la viande proposée au consommateur reste encore mal connu (TARRANT et CASTEELS, 1983). C'est pourquoi une première étude avait été entreprise au laboratoire, à partir de 5 vaches Frisonnes, pour voir l'effet de ces traitements, associé à des traitements thermiques des muscles, sur la couleur de la viande conservée au froid, comparée à un désossage à froid conventionnel (RENERRE, 1986). Les différences observées pourraient s'expliquer par des changements du potentiel d'oxydo-réduction de la myoglobine, sensible à la température, changements qu'il conviendrait de préciser, et/ou par des vitesses différentes de refroidissement de la viande qui affecteraient la diffusion de la lumière réfléchie et donc la couleur.

Conclusion

Ce bref tour d'horizon a permis de montrer comment la couleur de la viande est fonction, à la fois de facteurs intrinsèques au muscle traduisant par exemple les effets de l'espèce, de l'âge, de la race, du sexe de l'animal, du type de muscle etc..., et de facteurs extrinsèques depuis les différents traitements subis par la carcasse elle-même (stimulation électrique, mode de désossage, mode de réfrigération,...) jusqu'au mode de conservation des échantillons de viande proposés au consommateur.

Une meilleure connaissance des caractéristiques qualitatives des viandes permettront de mieux maîtriser les variations de couleur observées entre échantillons et donc d'harmoniser la production de différents types de viande et leur mode de distribution.

Références bibliographiques

HORNSEY K.C., 1956. *J. Sci. Food Agric.*, **7**, 534.

HUNT M.C., HEDRICK H.B., 1977. *J. Food Sci.*, **42**, 513.

LEGRAS P., 1980. Thèse Univ.- CLERMONT II.

MARINOVA P., RENERRE M., PINKAS A., POLIKRONOV O., LACOURT A., 1985. 31^e Congrès Européen des Chercheurs en Viande - VARNA.

MAC DOUGALL D.B., 1983. « Sensory Quality in Foods and Beverages ». A.A. Williams and R.K. Atkin Ed., 121.

RENERRE M., 1981. *Viandes Prod. carn.*, **2**, 10.

RENERRE M., 1982. *Sci. Aliments*, **2**, 17.

RENERRE M., 1983. *Sci. Aliments*, **3**, 371.

RENERRE M., 1984. *Sci. Aliments*, **4**, 567.

RENERRE M., LABAS R., 1986. *Viandes Prod. carn.*, **7**, 109.

RENERRE M., MAZUEL J.P., 1985. *Sci. Aliments*, **5**, 541.

RENERRE M., VALIN C., 1979. *Ann. Technol. agric.*, **28**, 319.

RILEY R.R., SAVELL J.W., SMITH G.C., SHELTHON M., 1980. *J. Food Sci.*, **45**, 119.

SORNAY J., 1978. Etude ITEB, Paris.

TARRANT T., CASTEELS M., 1983. CEC « Electrical Stimulation and Hot Boning : Effects on Meat Quality Attributes », 34.

VALIN C., 1986. « Production de Viande bovine », I.N.R.A. Paris, 85.

VALIN C., RENERRE M., TOURAILLE C., KOPP J., SORNAY J., 1978. *Ann. Nutr. Aliment.*, **32**, 857.

Pâturage d'automne des génisses laitières

J.L. TROCCON

INRA, Station de Recherches sur la Vache laitière
St-Gilles, 35590 L'Hermitage

Après un déchargement des pâturages au cours de l'été puis la rentrée des génisses gestantes dès le début de l'automne, les génisses vides ne rentrent en stabulation qu'au début du mois de novembre. Cependant la Bretagne bénéficie souvent d'un climat doux et humide tout au long de l'automne qui entraîne une pousse non négligeable de l'herbe en particulier sous l'influence des arrière-effets de la fertilisation estivale.

Nous avons voulu étudier l'influence éventuelle d'un maintien prolongé au pâturage à l'automne des génisses d'élevage de la Station sur leurs performances ultérieures. Pour cela, la génisse laitière de 2 ans non gestante paraît l'animal idéal.

I. Conditions expérimentales

Au cours des 2 automnes de 1982 et 1983 (essais I et II), les génisses laitières Pie-Noires âgées d'environ 2 ans et pesant 450 kg (tabl. 1) ont été réparties en 2 lots selon l'âge, le poids vif et l'origine génétique paternelle. En 1984 (essai III), tout le troupeau de ces génisses ($n = 34$) a pâturé à l'automne.

Les génisses rentrées tôt en stabulation (lot « stabulation ») ont reçu une ration à base d'ensilage (maïs ou herbe). Les génisses maintenues sans abri particulier au pâturage (lot « pâturage ») sur les parcelles exploitées pendant l'été n'ont pas reçu de complémentation autre que minérale. Au fur et à mesure de l'avancement du pâturage, les génisses ont été déplacées de parcelle en parcelle. Après la rentrée tardive de ces dernières, les 2 groupes « pâturage » et « stabulation » ont reçu les mêmes apports à partir d'une ration identique.

Dans les jours suivant la rentrée tardive (début janvier), toutes les génisses ont fait l'objet d'une synchronisation des cycles sexuels pour la mise à la reproduction. En 1983 et 1984, 2/3 d'entre elles ont été transplantées d'embryons dupliqués pour la production de veaux jumeaux.

Les quantités ingérées ont été mesurées pendant les périodes de stabulation et un relevé des parcelles pâturées a été tenu pour les génisses du lot « pâturage ». Les génisses ont été pesées lors de changements de régime.

II. Résultats

La pluviométrie annuelle est élevée en 1982-83-84. Les automnes de 1982 et 1984 sont pluvieux alors que celui de 1983 est plus sec. Les températures des 3 automnes (82-83-84) sont voisines (fig. 1, tabl. 1).

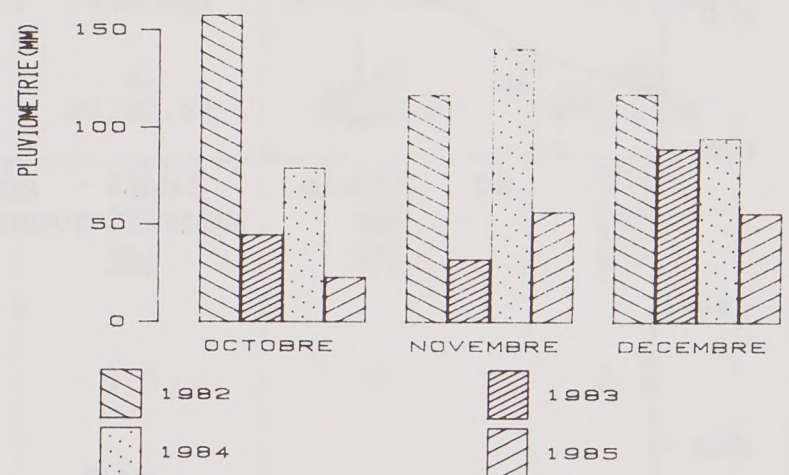


FIG. 1 : Précipitations au cours des 3 derniers mois des années 1982 à 1985

1. Alimentation

Les génisses du lot « pâturage » sont restées 6 (essai I) à 8 (essai II) semaines supplémentaires à l'herbe et ont eu à leur disposition 1 à 1,5 ha par tête. Dans ces conditions elles n'ont consommé que 64 p.100 (essai I) et 72 p.100 (essai II) de la matière sèche de fourrage conservé ingérée par les génisses du lot « stabulation » durant leurs 21 semaines à l'étable (tabl. 1).

2. Gain de poids vif

A l'automne, les génisses maintenues au pâturage ont réalisé des croûts positifs (essai III), négatif (essai II) ou nul (essai I), de sorte que des écarts de poids vif de 40 kg existaient entre les 2 lots lors de la rentrée tardive (essais I et II) mais sur des régimes différents. Une partie de cet écart disparaît lorsque les 2 lots de génisses reçoivent la même ration en raison probablement d'une homogénéisation de leurs contenus digestifs.

Pendant la période commune de stabulation, les génisses du lot « pâturage » ont réalisé une croissance compensatrice intense (+ 330 g/j, essai I et + 420 g/j, essai II) de sorte que les poids vifs des génisses des 2 lots étaient identiques à la fin de l'hiver. Un gain de poids vif très modéré des génisses pendant l'hiver (essai III) par rapport aux 2 essais précédents n'a modifié que faiblement leurs poids vifs après la mise à l'herbe (fig. 2).

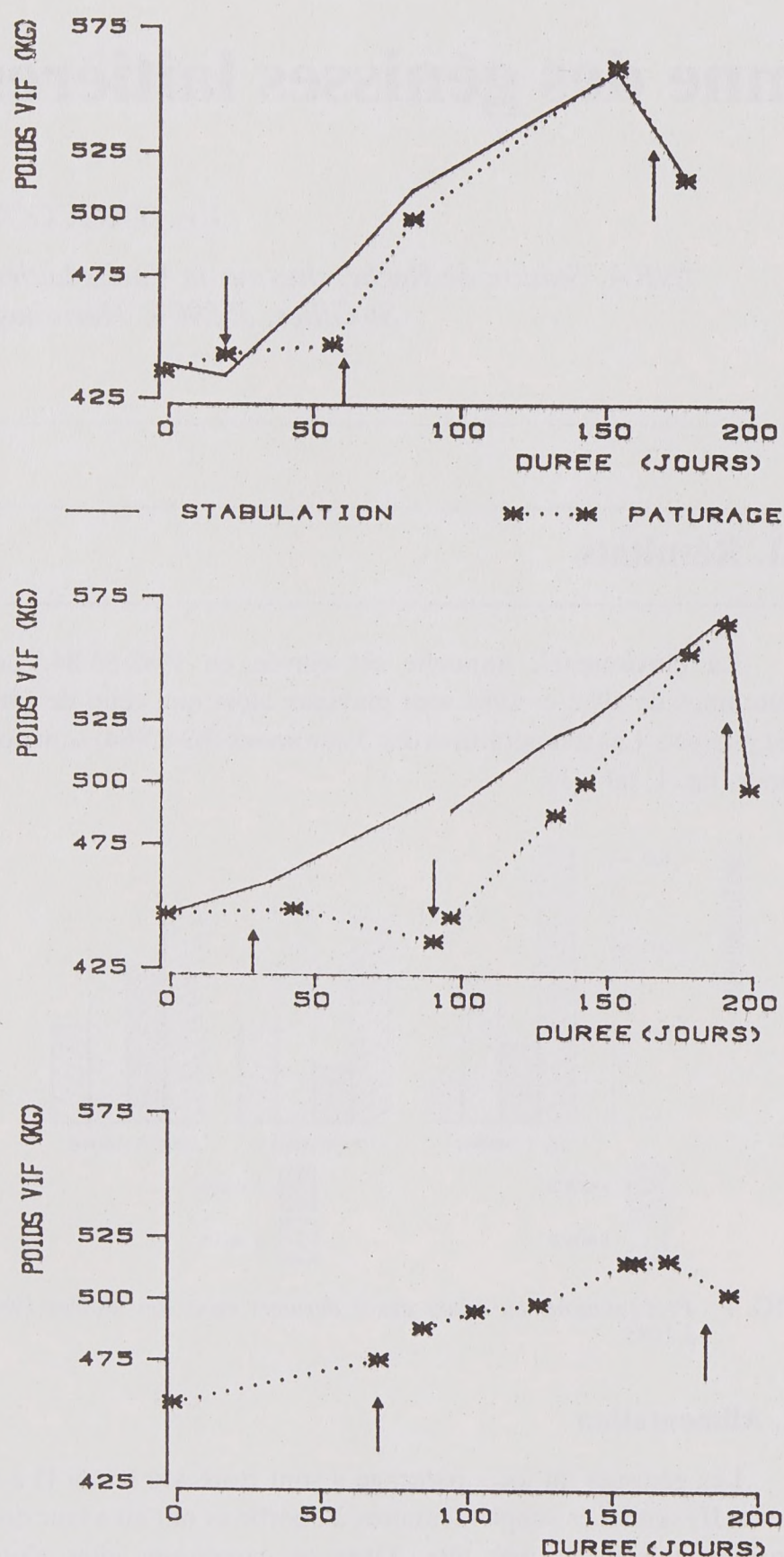


FIG. 2 : Evolution du poids vif des génisses

3. Fertilité

Dans l'essai I, la fécondité des génisses a été de 122 p.100 pour le lot « pâturage » (5 gestations géminaires pour 11 transplantations) contre 106 p.100 pour le lot « stabulation » (1 gestation géminaire pour 9 transplantations). Cependant, les génisses des lots « pâturage » et « stabulation » ont nécessité respective-

ment 1,65 et 1,25 interventions (transfert et insémination) par gestation. Une génisse est restée vide dans le lot « pâturage ».

Dans l'essai II, les nombres d'interventions (transfert et inséminations) par gestation ont été de 1,58 et 3,10 respectivement pour le lot « pâturage » et pour le lot « stabulation ». Deux génisses sont restées vides dans le lot « stabulation » et il n'y a eu aucune naissance géminaire pour les 9 transferts réalisés dans chaque lot.

III. Conclusion

L'herbe d'automne constitue une réserve fourragère sur pied pour les génisses laitières âgées, d'autant qu'elles ont une aptitude élevée à une croissance compensatrice intense en période de réalimentation. L'économie réalisée sur les fourrages conservés est proportionnelle à la durée du pâturage. La fertilité des génisses mises à la reproduction dès le début de la période de réalimentation paraît meilleure.

Cependant, ce pâturage est réalisé avec un chargement faible et ne constitue pas une réserve sûre car des conditions pédoclimatiques excessivement sèches (pluviométrie de 564 mm en 1985) ou humides à la fin de l'automne peuvent en empêcher la pratique. Les variations annuelles de la croissance des génisses au pâturage d'automne paraissent reliées aux conditions climatiques (pluviométrie et température), aux possibilités de pousse de l'herbe et à sa valeur alimentaire. Une telle pratique sera réservée à des génisses non gestantes âgées car on peut craindre des effets négatifs sur des animaux plus jeunes et plus légers, moins aptes à la croissance compensatrice et sur des femelles (vaches ou génisses) en fin de gestation. En effet, une sous-alimentation en fin de gestation réduit les performances de production laitière et de reproduction des vaches au cours de la lactation suivante (BROSTER et BROSTER, 1984 ; EDE Bretagne et Pays de Loire, 1985). Pour ces animaux une complémentarité énergétique, azotée et minérale est indispensable.

Par ailleurs, le pâturage d'automne peut entraîner un retard et une réduction de la pousse de l'herbe au printemps suivant bien qu'elle soit surtout affectée par le pâturage de la fin de l'hiver ou du début du printemps tout comme le déprimage (FRAME, 1970 ; LOCKHART *et al.*, 1969 ; DURU, 1983). Cette réduction de la croissance printanière peut être compensée par une fertilisation azotée un peu plus libérale en fin d'hiver ou au printemps (LOCKHART *et al.*, 1969 ; BLACK, 1975). La qualité de l'herbe disponible à la mise à l'herbe au printemps est plutôt améliorée du fait de la présence moindre de matériel végétal mort (FRAME, 1970).

Références bibliographiques

- BLACK W.J.M., 1975. Winter grazing of pasture by sheep. 1 - Some effects of sheep stocking density on reseeded pasture including sward recovery, botanical composition and animal performance assessments. *Ir. J. Agric. Res.*, **14**, 275.
- BROSTER W.H., BROSTER V.J., 1984. Long term effects of plane of nutrition on the performance of the dairy cow. *J. Dairy Res.*, **51**, 149-196.

TABLEAU 1

Données climatiques, caractéristiques animales et résultats

ESSAI	I		II		III
Année	1982		1983		1984
Pluviométrie (mm)					
annuelle.....	925		783		907
3 ^e trimestre.....	180		193		155
4 ^e trimestre.....	392		166		315
Température (°C)					
4 ^e trimestre.....	9,0		8,6		9,4
Effectif des génisses	36		24		34
Date de naissance moyenne	26.01.81		09.12.81		07.12.82
Lot	Pâturage	Stabulation	Pâturage	Stabulation	Pâturage
Effectif.....	20*	16	12	12	34
Dates des rentrées...	13.12.82	02.11.82	03.01.84	02.11.83	28.12.84
Poids vif (kg)					
mise en lot.....	444	436	454	457	459
avt rentrée tardive.	448	481	447	490	489
fin hiver.....	561	559	566	570	517
Surface pâturage parcourue (ha/génisse)...	0,95	0	1,6	0	1,3
Fourrages conservés (kg MS)					
Ensilage maïs-urée..	740	1160	360	700	-
Ensilage d'herbe....	-	-	520	530	410
Paille.....	-	-	-	-	280
Aliment concentré...	-	-	-	-	50

* 2 femelles free-martin

DURU M., 1983. Caractérisation de la pousse hivernale des prairies permanentes dans les Pyrénées centrales. *Agronomie*, **3** (5), 461-472.

E.D.E. Bretagne et Pays de Loire, 1985. Nous, les vaches tarées. Influence de l'alimentation pendant le tarissement sur la santé, la reproduction et la production en début de lactation.

FRAME J., 1970. The effect of winter grazing by sheep on spring and early summer pasture production. *J. br. Grassl. Soc.*, **25**, 2, 167-171.

LOCKHART D.A.S., HERRIOTT J.B.D., CUNNINGHAM J.M.M., HEDDLE R.G., 1969. The effects of winter grazing on subsequent production from pasture. *J. br. Grassl. Soc.*, **24**, 146-150.

Ensilage de maïs en libre service et accès limite pour les génisses

J.L. TROCCON

INRA, Station de Recherches sur la Vache laitière
St-Gilles, 35590 L'Hermitage

L'ensilage de maïs est un fourrage riche en énergie et très ingestible qui permet un gain de poids vif élevé aux génisses laitières le recevant à volonté. La limitation des apports d'un tel fourrage à ce type d'animal est nécessaire après 6 mois d'âge pour ne pas nuire aux performances ultérieures de croissance, de reproduction ou de production laitière (TROCCON et JOURNET, 1979). Pour ce faire, l'ensilage de maïs est habituellement distribué en quantité restreinte aux génisses qui le consomment en un temps limité. Cependant, cet affouragement exigeant en main d'œuvre pourrait être évité si la technique du libre service au silo pouvait être appliquée. Il faut en effet non seulement que les performances moyennes soient satisfaisantes mais aussi qu'elles ne soient pas trop variables selon les animaux. Nous avons voulu étudier les conditions d'utilisation de cette technique en réduisant le temps d'accès et la place au silo de chaque génisse.

I. Conditions de l'essai

Un lot de 23 génisses laitières de type Pie-Noir a été utilisé pour réaliser cet essai de libre service en temps limité. Elles étaient âgées de 11 mois et pesaient 250 ± 27 kg au début de l'essai. Ne pouvant disposer d'animaux témoins, leurs gains de poids vif seront comparés à ceux de 11 génisses plus âgées (7 semaines) et plus lourdes (300 ± 14 kg) affouragées à l'auge à l'ensilage de maïs pendant le même hiver. L'été suivant, ces 2 lots de génisses non gestantes ont pâturé ensemble.

L'ensilage de maïs (variété SANORA) offert au lot de 23 génisses avait une teneur en matière sèche (MS) de 35,7 p.100 et comportait 48 p.100 de grain dans la MS. Récolté avec une machine à tambour-hacheur, le maïs a été ensilé dans un silo couloir abrité, tassé au tracteur puis couvert d'une bâche plastique. Une complémentation en urée (30 g par génisse par jour) et en minéraux (60 g par génisse par jour) a été épandue chaque jour sur le front d'attaque du silo avant l'accès des génisses. Celles-ci

devaient arracher l'ensilage du silo, sauf en quelques occasions où il a fallu le faire tomber compte tenu de la hauteur du silo (1,5 à 2 m). Par ailleurs, les génisses avaient de la paille de blé à volonté et de l'eau à l'abreuvoir.

Chaque génisse disposait en moyenne de 40 cm de front d'attaque au silo large de 9 m et elles y avaient accès pendant 3 heures par jour (de 9 à 12 heures le matin). Une table d'affouragement protégeait le front d'attaque et en dehors de l'horaire d'alimentation, l'accès était interdit par une clôture électrique.

Trois jours successifs d'observation ont été réalisés en milieu d'hiver pour apprécier la présence des génisses au silo pendant l'horaire d'accès. Les génisses présentes étaient notées toutes les 2 mn 30 s et toute génisse au silo à 2 notations successives a été considérée comme présente durant l'intervalle. Le volume d'ensilage consommé a été mesuré et les génisses ont été pesées toutes les 2 semaines durant l'hiver et à la fin de chaque trimestre de pâturage.

II. Résultats

Durant les 3 jours d'observation, les 23 génisses du lot n'ont pas été vues ensemble au silo. Le pourcentage moyen des génisses présentes a été de 81 p.100 au cours de la 1^{ère} heure puis de 65 et 44 p.100 au cours des 2^{ème} et 3^{ème} heures. Le temps de présence moyen au silo a été de 94 ± 24 mn par génisse (52 à 139 mn). Il a été de 96, 81 et 105 mn pour chacun des 3 jours. Au cours de la période hivernale (148 jours), le gain de poids vif moyen a été de 394 ± 66 g/jet n'a pu être relié au temps de présence au silo. Le gain de poids vif hivernal du lot de 11 génisses à l'auge a été de 729 ± 132 g/j.

Le pâturage suivant a duré 261 jours du 10 avril au 28 décembre. Entre les 2 rentrées hivernales à l'étable (409 jours), le lot des 23 génisses a gagné 215 ± 27 kg. Pendant ce temps, le lot de

11 génisses alimentées à l'auge a gagné 198 ± 18 kg (fig. 1). Le lot des 23 génisses a perdu moins de poids à la mise à l'herbe et a réalisé une croissance compensatrice au pâturage (+ 189 g/j) par rapport à l'autre lot.

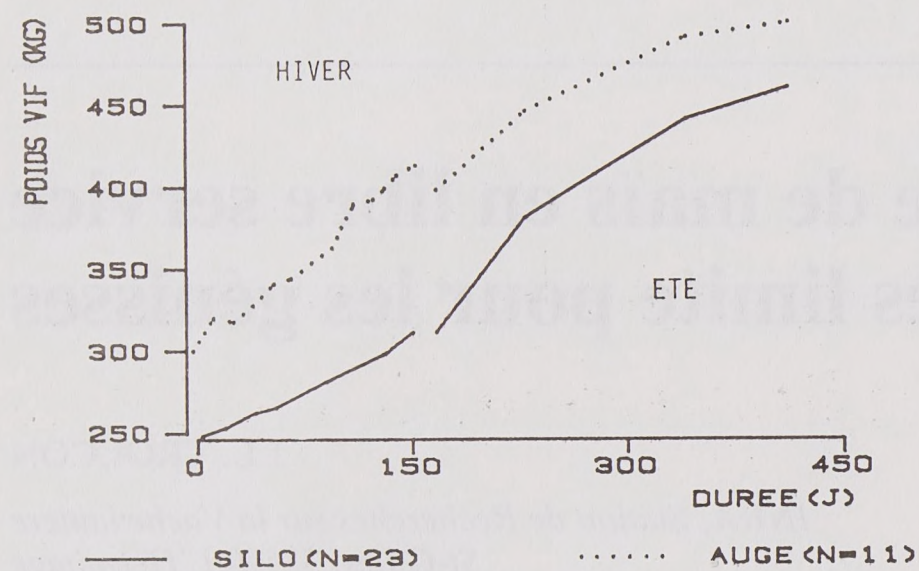


FIG. 1 : Evolution comparée du poids vif des génisses rationnées au silo ou à l'auge pendant l'hiver

Le lot de 23 génisses a consommé environ 40 tonnes de matière brute d'ensilage de maïs (50 m³ sur la base de 800 kg par m³) soit 4,2 kg MS par génisse par jour. Simultanément, les 11 génisses à l'auge ont reçu 5,9 kg MS pour un apport énergétique recommandé plus élevé de 1,6 UFL, compte tenu des besoins supplémentaires d'entretien et de gain de poids vif. La comparaison des recommandations respectives conduit à une autre estimation de l'ingestion d'ensilage de maïs par le lot des 23 génisses d'environ 4,0 kg MS. La limitation à 3 heures du temps d'accès au silo aurait donc permis de limiter l'ingestion de l'ensilage de maïs à 1,4 - 1,5 kg MS / 100 kg de poids vif. Cependant, cette estimation paraît encore élevée comparativement à d'autres résultats obtenus à l'auge (TROCCON, 1980).

III. Conclusion

La réduction du temps d'accès (3 heures) au silo d'ensilage de maïs a permis de limiter les quantités ingérées et le gain de poids vif pendant l'hiver sans porter préjudice au développement pondéral ultérieur des génisses. LEAVER et YARROW (1977)

n'avaient pu limiter assez sévèrement les quantités ingérées malgré une diminution déjà sensible du temps de présence du fait d'une compensation par la vitesse de consommation (tabl. 1). Dans notre observation, les génisses ont consommé moins longtemps et moins vite (45 g MS/mn), ce qui pourrait signifier une compétition plus intense au silo (0,4 m par génisse) et une mauvaise préhension de l'ensilage très tassé.

TABLEAU 1
Quantités ingérées d'ensilage de maïs par les génisses laitières en libre service et accès limité au silo

Auteurs	LEAVER and YARROW (1977)	Notre Essai
Caractéristiques		
Ensilage de maïs (MS p.100).....	27	36
Poids vif moyen des génisses (kg).....	350	280
Largeur du silo par génisse (m).....	0,5	0,4
Temps total d'accès au silo (heures/j).	5	3
Résultats		
Temps de présence au silo (mn/génisse/j)	156	124
Vitesse de consommation (g MS/mn).....	50	57
Quantité ingérée (kg MS).....	8,3	7,8
Quantité ingérée (kg MS/100 kg PV)....	2,3	2,1

* Estimation

Références bibliographiques

LEAVER J.D. and YARROW N.H., 1977. The intake of maize silage by self-fed heifers allowed restricted access. *J. br. Grassl. Soc.*, **32**, 165-169.

TROCCON J.L., 1980. Rationnement azoté des génisses laitières Pie-noires de 1 an recevant des rations à base d'ensilage de maïs. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **41**, 9-13.

TROCCON J.L., JOURNET M., 1979. Vitesse de croissance optimale et alimentation des génisses. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **37**, 5-14.

Tissus adipeux, qualités organoleptiques et aptitudes à la transformation ⁽¹⁾

J.P. GIRARD

INRA-CRZV Theix, Station de Recherches sur la Viande, 63122 Ceyrat

Avec le tissu musculaire, le tissu adipeux est le matériau de base de la Filière Viande. Jusqu'à ces derniers temps, l'étude de la qualité de ce tissu et de son aptitude à la transformation comparativement à celle du tissu musculaire a été considérée comme un sujet négligeable. Cependant chez le porc, la réduction substantielle de la teneur en gras des carcasses obtenue par la sélection au cours de ces vingt dernières années et la part croissante faite au maïs dans l'alimentation de cet animal s'accompagnent de conséquences néfastes sur les caractéristiques physico-chimiques du tissu gras, en élevant principalement le degré d'insaturation des acides gras et en abaissant corrélativement la consistance de ce tissu. L'aptitude à la transformation en produit sec s'en trouve considérablement affectée.

Chez le porc, à côté des gras intermusculaire et intramusculaire, il est d'usage de différencier les dépôts adipeux sous les termes de : bardière, panne, mouille, gorge... La localisation anatomique de ces tissus est rapportée figure 1. Ces dépôts de gras sont tous d'utilisation plus ou moins courante dans la Filière Viande.

I. Lipides et qualités organoleptiques des tissus adipeux

1. Lipides et couleur des tissus adipeux

La couleur des tissus adipeux est spécifique de chaque espèce. Les graisses de bovins doivent être de couleur crème à jaune pâle, celles provenant de veaux doivent être blanches, celles issues de porcs se caractérisent par leur couleur blanche légè-

rement rosée. La composante rose du gras frais s'explique dans le spectre d'absorbance par la présence d'un composant hémunique qui se caractérise par son absorption respectivement aux environs de 540 et 580 nm (GIRARD et RENERRE, à publier, fig. 2). Sur ce point, il y a lieu de noter que les acides gras saturés, lorsqu'ils se rencontrent en proportion élevée dans la composition des lipides de la bardière, rehaussent la consistance de ces tissus et masquent les composés hémiques. De ce fait, les gras fermes sont la plupart du temps plus blancs que les gras mous.

Les pigments liposolubles naturels existent dans les corps gras végétaux. Ils se retrouvent dans les graisses de sécrétion et dépôt des ruminants et des monogastriques, qui les absorbent dans leur ration alimentaire et les incorporent sans transformation significative. La présence de ces pigments peut expliquer certaines anomalies de couleur des gras de dépôt. C'est ainsi que la coloration jaune d'or à jaune orangé des graisses de bovins riches en caroténoïdes est défavorable, ce phénomène est illustré sur le spectre de la figure 2 entre 440 et 500 nm. Des pigments animaux, les pigments biliaires, peuvent également colorer en jaune les gras de dépôt constitutifs des carcasses de mouton, il s'agit dans ce cas de troubles hépatiques d'après KIRTON (1975).

2. Lipides et flaveur

Les graisses d'origine animale possèdent après l'abattage une flaveur généralement agréable qui renforce l'appétabilité des produits carnés. Il convient cependant de signaler quelques exceptions à cette règle générale, que nous allons examiner. Mises à part les flaveurs neutres, puis rances, générées en cours de stockage, le principal défaut attribuable aux lipides est celui d'odeur sexuelle.

a) Lipides et défauts d'odeur sexuelle ⁽²⁾

Les tissus adipeux et musculaires provenant de porcs mâles dégagent souvent une odeur désagréable lors des traitements thermiques (chauffage, cuisson) apparentée à celles d'oignon, de sueur ou encore à celle d'urine. Dans le but de prévenir ces défauts et, par suite d'éviter la dépréciation des carcasses de ces

(1) Cet article a été tiré d'un ouvrage intitulé : « *Les lipides animaux dans la filière viande* » - Volume II : « Leur rôle dans le déterminisme des qualités de la viande, du tissu adipeux et des produits carnés ». Editeur : CDIUPA - 1, avenue des Olympiades - 91300 Massy

(2) Ce paragraphe s'inspire dans sa rédaction d'un article à caractère synthétique et très référencé de M. BONNEAU et B. DESMOULIN, publié en 1982.

FIG. 1 : Localisation anatomique et nom commun de quelques types de gras d'une carcasse de porc

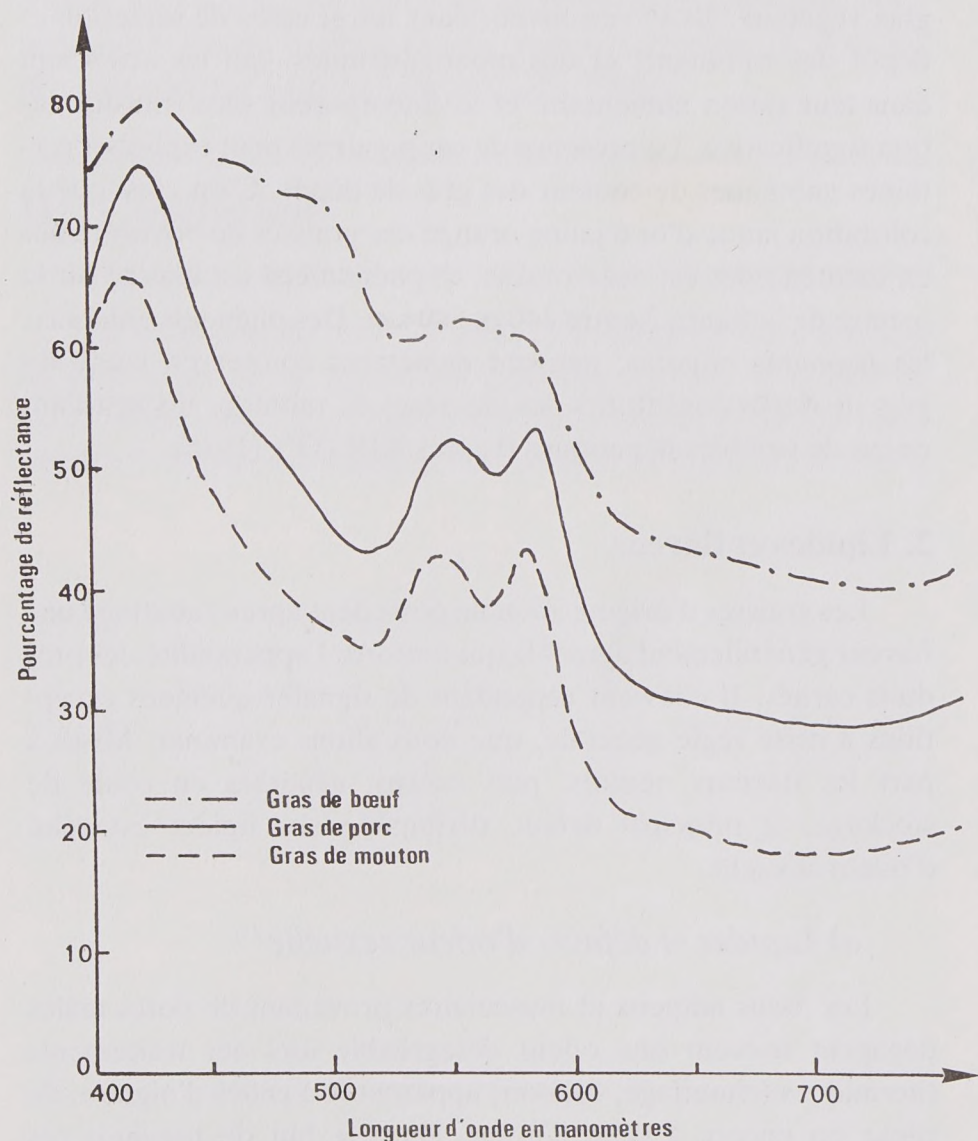
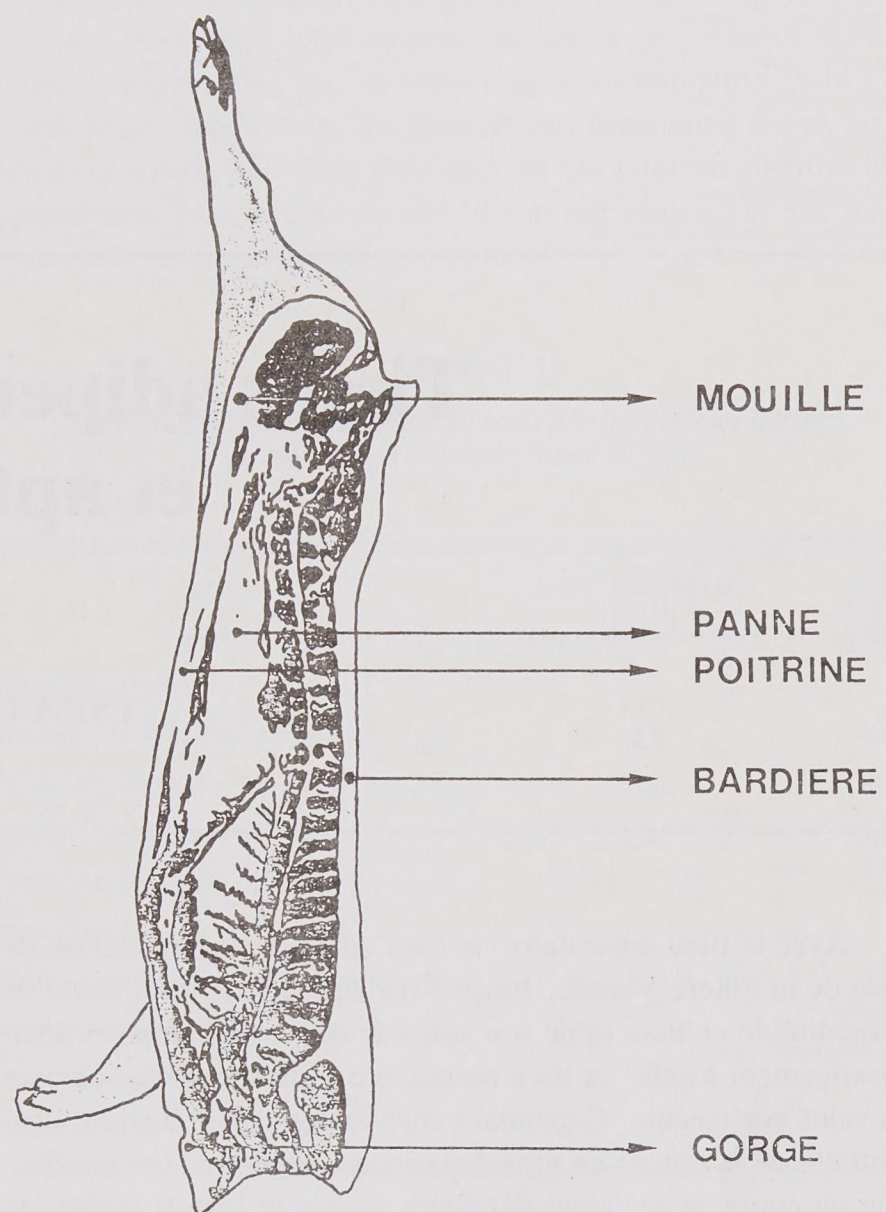
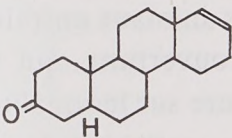
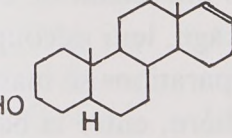
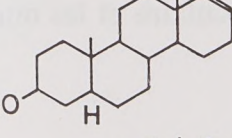
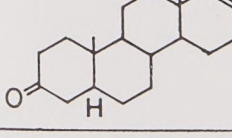
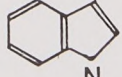


FIG. 2 : Spectres de réflectance dans le domaine du visible de gras animaux provenant d'espèces différentes (d'après GIRARD et RENERRE, à publier)

animaux, la castration s'effectue systématiquement sur les jeunes mâles écartés de la reproduction. De ce fait, les viandes porcines consommées fraîches proviennent presque exclusivement de femelles ou de mâles castrés précocement. Cette opération s'accompagne de deux répercussions néfastes sur le plan économique, la surconsommation d'aliments et l'inaptitude du castrat à produire des carcasses riches en viande maigre.

Les substances incriminables se rangent dans l'insaponifiable parmi les stéroïdes de la famille C19 Δ 16, c'est-à-dire des composés possédant 19 atomes de carbone et une double liaison en position 16 (tabl. 1). Parmi ces stéroïdes à odeur prononcée, le 5 α one androsténone ou androsténone, ou 5 α one, a fait l'objet de la plupart des études, il est le seul présent en quantités notables (de 0,2-0,3 à 6,7 µg / g de lipides). Il ressort de ces travaux que sa contribution aux défauts d'odeur sexuelle est essentielle, cependant la présence de ce composé ne permet pas de les expliquer intégralement. D'autres stéroïdes sont suspectés de participer à la manifestation de ces odeurs, il s'agit de 5 α androst 16 ène 3 α ol, ou 5 α 3 α ol, et de 5 α androst 16 ène 3 βol, ou 5 α 3 βol, tous deux caractérisés par une odeur musquée ; en raison de leurs difficultés de dosage, aucune conclusion sûre ne peut être tirée.

TABLEAU 1
Liste des composés malodorants identifiés dans les graisses de verrat
(d'après BONNEAU et DESMOULIN, 1982)

FORMULE DEVELOPPEE	NOM	ABREVIATION OU TERME COURANT	ODEUR	CONCENTRATION DANS LES GRAISSES
	5 ANDROST 16ENE 3ONE	5 ONE ANDROSTENONE	URINE +++	+++
	5 ANDROST 16ENE 3 OL	5 3 OL	MUSC +++	+
	5 ANDROST 16ENE 3 OL	5 3 OL	MUSC +	+
	5 ANDROST 16ENE 3ONE	5 ONE	URINE	?
	METHYL 3 INDOL	SCATOL	FECAL +++	+ ?

Le scatol, ou méthyl 3 indol (tabl. 1), présentant une odeur fécale est lui aussi incriminé ; cependant ce composé se retrouve à concentration identique dans les viandes provenant soit de mâles, soit de mâles castrés et de femelles. Il agirait par synergie et aggraverait l'odeur désagréable résultant de la présence d'androsténone.

Le stockage d'androsténone dans le tissu gras, produite par les testicules et véhiculée par le sang, peut s'effectuer de façon réversible. Ce composé peut être également capté par les glandes

salivaires, ou catabolisé puis éliminé dans les urines. Les facteurs de variation de sa teneur dans les graisses de verrats sont soit de nature zootechnique et liés à l'âge, au poids et au type génétique de l'animal, soit de nature environnementale, sur ce point le milieu social joue un rôle primordial.

Nous terminerons l'étude des défauts d'odeur sexuelle, en relation avec la nature des lipides déposés, en signalant qu'en dehors des viandes de porc, les viandes provenant de béliers matures dégagent également une odeur intense à la cuisson.

b) Autres défauts d'odeur et de goût imputables aux lipides

En plus d'être un lieu de stockage de substances naturelles telles que les métabolites d'origine sexuelle, les graisses porcines le sont également de divers résidus liposolubles. Cette constatation explique certaines anomalies que peuvent présenter les viandes de porc. C'est ainsi que les odeurs de poisson ont pour origine, dans les constituants de la ration alimentaire, soit des huiles de poisson, soit des matières grasses en mauvais état de conservation. Des défauts identiques se rencontrent chez les volailles. Les odeurs pharmaceutiques ont vraisemblablement une origine alimentaire mal expliquée, leur fréquence est en régression. Une autre anomalie des tissus adipeux et tissus musculaires, attribuable aux composés lipidiques, est le goût de savon. Les acides gras libres résultant de l'hydrolyse des esters peuvent réagir sur des traces de métaux, Ca, Mg, pour conduire à des sels responsables de ce défaut.

3. Lipides et consistance du tissu adipeux

La consistance des tissus adipeux est une composante primordiale de leur qualité, particulièrement chez le porc, où pratiquement seuls les tissus adipeux fermes entrent dans la formulation des produits divisés. Deux facteurs méritent d'être pris en considération ; l'un essentiel, l'autre plus accessoire. Ce sont d'une part, la composition en acides gras et corrélativement la zone de fusion de la fraction lipidique et d'autre part, l'importance et la rigidité de l'armature collagénique de soutien de ces tissus. Il y a lieu de noter que ces deux facteurs varient en sens inverse pour les deux tissus d'utilisation courante dans la troisième transformation, le gras sous-cutané ou bardière et le gras mésentérique ou panne. De ce fait, la différenciation entre gras dur et gras mou est parfois discutable ; outre le fait que le gras interne de la carcasse se caractérise chez toutes les espèces par sa richesse en lipides et sa faible teneur en assise protéique, les acides gras constitutifs de ce tissu sont plus saturés que ceux de la bardière, puisqu'il s'établit un gradient positif d'insaturation du centre de la carcasse vers la périphérie (tabl. 2a et 2b).

Contrairement aux lipides, l'armature collagénique de soutien n'est que peu affectée par la température, tout du moins dans le domaine de température où le gras est utilisé classiquement. Cependant, au delà d'une valeur supérieure à 50° C, le collagène se contracte, puis se gélatinise à partir de 80° C. Le premier effet est celui recherché lors de la mise en œuvre d'un processus particulier, le pochage.

En dehors de la localisation anatomique et de la température, d'autres facteurs agissent sur la consistance de la bardière, le plus important est la composition en acides gras de la fraction lipidique. D'une façon générale, la règle qui prévaut peut ainsi s'énoncer, les acides gras insaturés à bas point de fusion rendent

les tissus adipeux mous, les acides gras saturés agissent en sens inverse. Si l'on considère le problème d'une façon plus spécifique, eu égard aux acides gras entrant dans la composition des triglycérides de la bardière, six sont majeurs par leur concentration, ce sont l'acide myristique C14, l'acide palmitique C16, l'acide palmitoléique C16 : 1, l'acide stéarique C18, l'acide oléique C18 : 1 et l'acide linoléique C18 : 2 ; deux sont déterminants sur la consistance, l'acide stéarique C18 et l'acide linoléique C18 : 2. Les corrélations établies par ENSER (1982) entre leurs teneurs et la consistance de la bardière s'établissent respectivement à $r = + 0.928$ (fig. 3) et $r = - 0.726$. Toujours selon ENSER, l'acide oléique présent à des concentrations pouvant atteindre voire dépasser 40 p.100 n'est que peu impliqué dans le déterminisme de la consistance des tissus adipeux. ELLIS et ISBELL avaient senti déjà, en 1926, l'importance de l'acide linoléique sur la consistance de la bardière et considéraient que cette qualité était jugée acceptable dans la mesure où la teneur en C18 : 2 n'excédait pas 15 p.100 ; HOUBEN et KROL (1983) confirment ce résultat, tandis que PRABUCKI (1978) situe cette limite légèrement en dessous, à 12 p.100. WOOD (1983) l'exprime non plus en p.100 de C18 : 2, mais en mg de C18 : 2 par gramme de lipides et la chiffre à 150 mg/g, ce qui correspond grossièrement au résultat de ELLIS et ISBELL. Dans le cas d'un monogastrique comme le porc, la composition en acides gras est intimement liée à l'alimentation ingérée par l'animal.

TABLEAU 2a

Composition des tissus adipeux de porc en leurs constituants majeurs
a) selon GIRARD et al. (1986) sur des animaux de race Large White
b) selon PALLU (1971)

Aucune différence significative n'a été observée entre couche externe et couche interne de la bardière

Type de tissu adipeux	Constituants majeurs		
	Eau %	Lipides %	Assise protéique %
a) Panne	7.5 ± 2.5	88.7 ± 3.0	3.8 ± 1.6
a) Bardière	couche interne 9.9 ± 1.8	83.5 ± 3.2	6.6 ± 2.4
	couche externe 10.9 ± 3.1	82.0 ± 3.3	7.1 ± 2.2
a) Gras de mouille de jambon	13.1 ± 3.5	80.4 ± 3.8	6.5 ± 2.0
b) Gras de gorge découennée	20	70	10
b) Ratis	25	70	5

Tableau 2b

Insaturation des lipides de trois tissus adipeux de porcs de race Large White
d'après GIRARD (à publier)

Localisation anatomique des lipides	Panne	Bardière		Gras de mouille
		couche interne	couche externe	
C18:0 (%)	19.4 ± 1.5	14.2 ± 1.3	13.2 ± 1.7	14.4 ± 1.6
C18:2 (%)	6.5 ± 1.2	8.9 ± 1.1	9.5 ± 1.7	7.4 ± 1.2
Indice d'insaturation	1.15 ± 0.03	1.17 ± 0.02	1.18 ± 0.03	1.15 ± 0.02
Indice de longueur de chaîne	17.24 ± 0.02	17.32 ± 0.02	17.33 ± 0.03	17.26 ± 0.02

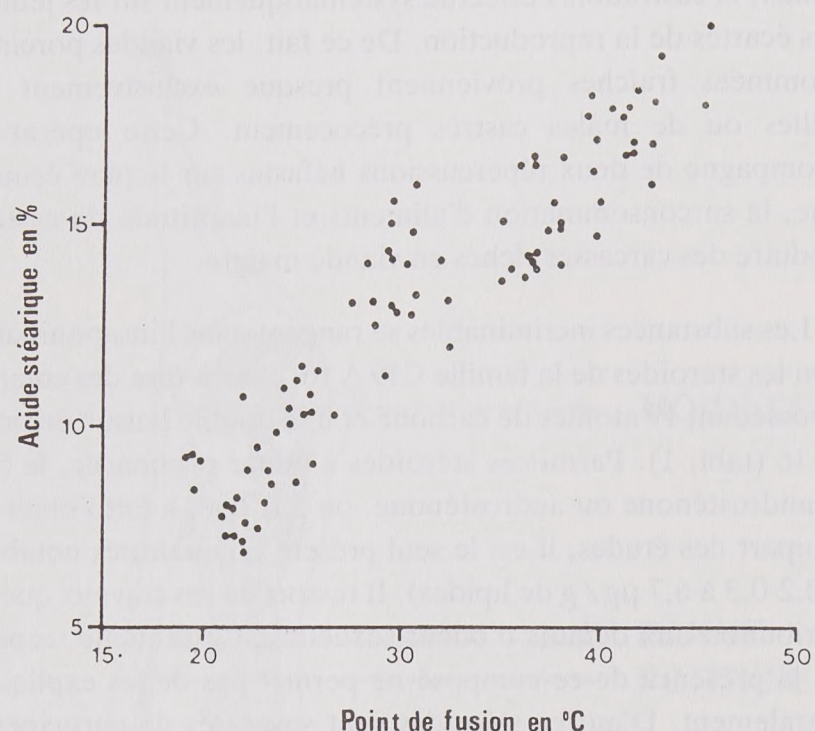


FIG. 3 : Influence de la teneur en acide stéarique sur la consistance de la bardière, mesurée selon la méthode du point de fusion en tube capillaire (d'après ENSER, 1983)

D'autres facteurs, en agissant sur la composition chimique de la fraction lipidique, sont déterminants sur la consistance des tissus adipeux. Ce sont l'épaisseur de la bardière et la vitesse de croissance des tissus. Les porcs qui se distinguent par une valeur élevée de ce dernier paramètre génèrent des tissus gras à bonne consistance, par le fait des faibles teneurs en acide linoléique (fig. 4) déposé dans ces tissus ; à l'opposé, la production d'animaux très maigres et de croissance rapide, possédant des bardières minces, conduit à des tissus inconsistants (PALLU, 1974 ; GARCIA, 1985). L'échaudage prolongé de ces animaux entraîne des altérations profondes du tissu gras de couverture, qui se répercutent en cours de transformation ultérieure sur les qualités des produits carnés d'une part, et les carcasses provenant de ces animaux ressuient mal très souvent après abattage, leur découpe est difficile d'autre part. Parallèlement, des séparations se manifestent entre les différentes couches de la bardière, entre la bardière et le muscle, enfin entre le gras intermusculaire et les muscles.

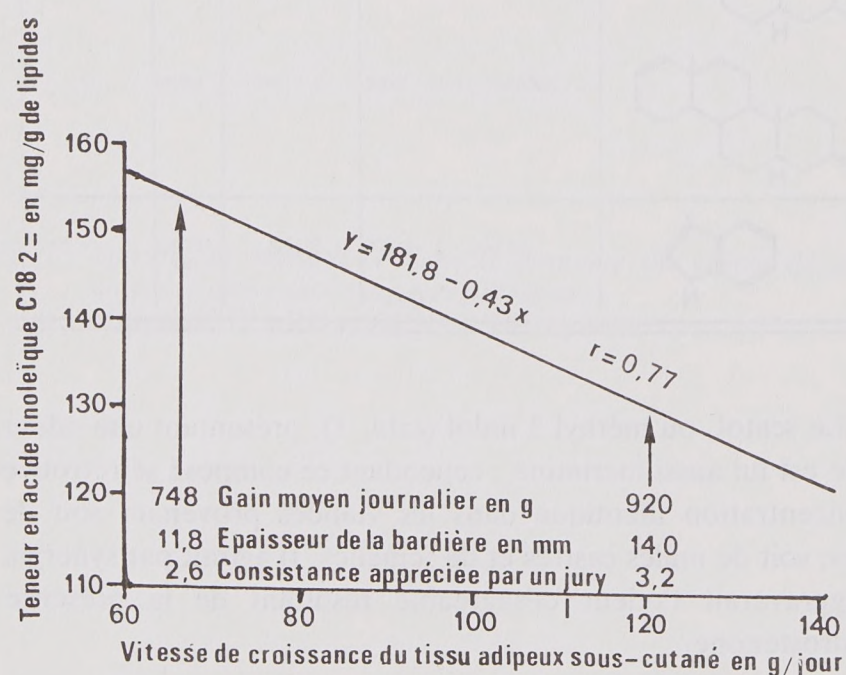


FIG. 4 : Vitesse de croissance du tissu sous cutané exprimée en g/jour et teneur en acide linoléique C18:2 en mg/g de lipides (d'après WOOD, 1983)

Il convient de terminer ce paragraphe relatif à la consistance du tissu gras, après examen de l'espèce porcine, en signalant que l'apparition chez les agneaux de bergerie de graisses de dépôt dépourvues de consistance et qui « caillent » mal lors du resuyage, est de plus en plus fréquente. Un tel défaut, lors de sa manifestation, confère une mauvaise présentation aux carcasses et rend chez ces animaux leur découpe délicate. Sa fréquence d'apparition est plus importante chez les mâles que chez les femelles.

II. Tissus adipeux de porc et aptitude à la transformation

Nous avons déjà signalé dans un article précédent, paru dans *le Bulletin du CRZV*, l'influence de la quantité et de la qualité des lipides déposés dans le muscle sur l'acceptabilité des produits où l'intégrité anatomique a été maintenue, jambons cuits et traités au sel sec. Le tissu adipeux entre, à des teneurs variables, dans la formulation des produits divisés (fig. 5). Sa couleur et son goût affectent le niveau final des qualités organoleptiques et d'acceptabilité des produits. Plus en amont, sa consistance dicte son comportement au cours des opérations mécaniques et thermiques impliquées dans la réalisation des produits divisés et, *in fine*, régit

la cohésion des produits. La manifestation d'un manque de consistance se concrétise au niveau des produits divisés cuits par des séparations de constituants, et de gras en particulier, en certaines zones du produit, et au niveau des produits secs par des défauts tels que saucisson huileux et saucisson mou, qui résultent d'un manque d'adhérence entre le gras et la phase environnante. Dans les produits à hachage grossier, où le gras se retrouve sous forme d'individualités histologiquement intactes, ces défauts s'expliquent par la libération de lipides cellulaires sous l'effet des efforts mécaniques et de laminage que subit le tissu adipeux. Dans les produits à hachage fin, où le gras a été libéré en grande partie des adipocytes sous l'effet des actions mécaniques, la cohésion résulte des interactions entre les divers éléments : lipides, protéines, eau, air. L'exposé de ces attendus nous a amené à rassembler sous forme de tableau (tabl. 3) les caractéristiques des tissus adipeux à rechercher pour la troisième transformation.

1. Lipides et aptitude à la transformation des tissus adipeux en saucisson sec

Nous avons testé l'acceptabilité de saucissons secs élaborés à partir de tissus adipeux différents par l'insaturation de leur fraction lipidique. La production de ces tissus a été rendue possible d'une part, en alimentant les animaux avec des rations constituées de lipides d'insaturation croissante et d'autre part, en abat-

TABLEAU 3

Tableau synoptique d'utilisation conseillée des tissus adipeux de porc en fonction de leurs caractéristiques, dans les produits carnés divisés (d'après GIRARD, 1976)

Produit sec : saucisson	Produit cuit : pâtes fines
- Gras à structure ferme	Possibilité d'utiliser des gras de
- Gras de couverture (bardièrè uniquement)	différentes origines anatomiques
- Gras à faible teneur en acides gras insaturés	(panne, bardièrè)
- Gras frais, faiblement lipolysé	

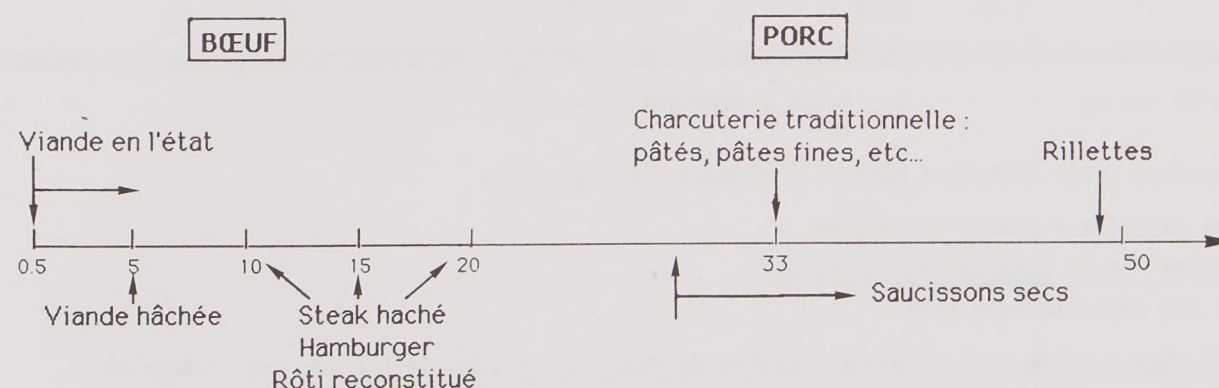


FIG. 5 : Teneur en lipides des produits carnés divisés (d'après GIRARD, 1986)

tant ces animaux à deux stades, l'un léger (95-100 kg de poids vif), l'autre lourd (115-120 kg). La gamme d'insaturation des lipides déposés dans ces tissus reproduit et déborde celle rencontrée couramment dans la pratique.

Les tissus adipeux provenant d'animaux alimentés avec des systèmes constitués de maïs plus huile de maïs, quel que soit le poids d'abattage, conduisent à des produits finis jugés inacceptables par un jury de dégustateurs entraînés. Dans tous les autres cas de figure rapportés tableau 4, les produits finis ont été jugés de bonne qualité. Ces derniers résultats ressortent de deux types de dégustations, l'une familiale, l'autre par un jury composé d'analystes entraînés. La limite supérieure en acide linoléique C18 : 2, chiffrée précédemment entre 12 et 15 p.100, eu égard à la consistance de ces tissus, ne doit pas excéder une valeur du même ordre relativement à l'aptitude à la transformation de ces tissus en saucissons secs (tabl. 4). Corrélativement, la teneur en acide stéarique C18 ne doit pas s'abaisser en dessous de 12 p.100 environ, tandis que l'indice d'iode et le degré d'insaturation ne doivent pas excéder respectivement 60 g d'iode par 100 g de lipides d'une part, et une valeur comprise entre 1,27 et 1,47 d'autre part (tabl. 4).

2. Lipides et aptitude à la transformation des tissus adipeux en steaks hachés et hamburgers

Une fraction des tissus adipeux décrits ci-dessus est entrée dans la formulation d'hamburgers. En raison vraisemblablement des teneurs plus faibles en lipides de ces produits (10 p.100 environ) (fig. 4) des différences faibles se manifestent ; tous ces produits sont jugés de bonne qualité lors de leur dégustation. Une étude antérieure (GIRARD *et al.*, 1984) a montré que le facteur prépondérant de la qualité était leur teneur en gras dans le domaine 5-20 p.100 de lipides.

3. Lipides et aptitude à la transformation des tissus adipeux en pâté

La cohésion des constituants eau et gras lors du traitement thermique est un aspect essentiel pour ce secteur des produits divisés cuits. La maîtrise de ces transferts est un des problèmes majeurs qui se posent aux transformateurs. Sur ce point, la réduction et la constance des quantités de matières transférées sont les buts recherchés. Dans ce type de produit, les pertes en gras sont pratiquement indépendantes de l'insaturation des gras mais par

TABLEAU 4
Effet de l'alimentation et du poids d'abattage sur l'aptitude à la transformation de bardières de porc, provenant d'animaux Large White femelles, en saucissons secs (d'après GIRARD et DESMOULIN, à publier)

Alimentation	Orge + huile de coprah		Orge		Maïs		Maïs+huile de maïs	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Etat d'engraissement (1)	2.82	2.10	2.44	2.96	2.94	2.43	2.66	2.53
Adiposité (2)	0.2655	0.3264	0.3042	0.2617	0.2600	0.2962	0.2747	0.2857
C 18 (%)	14.63	15.50	17.42	18.65	14.96	16.97	8.65	10.40
C 18:2 (%)	7.58	7.82	8.06	8.59	13.78	12.20	30.83	30.95
Σ saturés (%)	53.79	54.60	46.51	46.22	42.16	43.94	28.87	30.20
Σ mono insaturés (%)	37.76	36.76	44.93	43.97	42.81	42.66	38.02	36.66
Σ poly insaturés (%)	8.33	8.55	9.04	9.66	14.86	13.26	32.92	32.93
Indice d'iode g Iode/100 gras	52.4	54.2	48.3	50.9	55.5	59.0	86.7	61.2
Indice d'insaturation (3)	1.191	1.200	1.177	1.190	1.265	1.244	1.472	1.482
Indice de longueur de chaîne(4)	16.905	16.910	17.376	17.396	17.387	17.411	17.565	17.562
Collagène	2.16	2.19	-	-	2.35	-	3.92	2.48

A : Poids d'abattage 95-100 kg B : Poids d'abattage 115-120 kg

(1) L'état d'engraissement a été calculé à partir du rapport longe/bardière

(2) L'adiposité a été calculée à partir du rapport
-816 + 1,69 bardière + 0,52 poitrine + 2,43 panne
poids 1/2 carcasse sans tête

(3) Σ (pourcentage de chaque acide gras insaturé x nombre de doubles liaisons de l'acide gras concerné)
Σ pourcentage de chaque acide gras insaturé

(4) Σ (pourcentage de chaque acide gras x nombre d'atomes de carbone de l'acide gras concerné)
Σ pourcentage de chaque acide gras

contre dépendantes du conjonctif apporté par le tissu adipeux (GIRARD, CALDERON, 1985). Une constatation analogue avait pu être effectuée sur les steaks hachés.

4. Lipides et aptitude à la transformation des tissus adipeux en pâte fine

Dans ce type de produit, comme nous l'avons antérieurement mentionné, les lipides sont libérés en grande partie des adipocytes sous l'effet des actions mécaniques, les qualités du produit fini résultent des interactions entre les divers éléments : lipides, protéines, eau, air.

a) Interactions lipides-protéines

Ces interactions entre les constituants protéiques d'une phase dispersante et les constituants lipidiques de la phase dispersée, après libération à partir respectivement des fibres musculaires et des adipocytes, reposent sur le fait que l'agent protéique renferme des groupements hydrophiles ou polaires ayant une affinité pour l'eau et des groupements lipophiles ou apolaires ayant une affinité pour le gras. De ce fait, et en raison de la longueur et de la proportion des groupements hydrophiles et des groupements lipophiles, un agent lipidique aura une affinité pour un

émulsifiant bien déterminé. Sur cette base, DENOYER (1978) a montré que les associations viande à haut pH et gras faiblement lipolysé d'une part, viande à bas pH et gras lipolysé d'autre part, conduisaient aux meilleurs rendements à la transformation.

b) Interactions lipides-protéines-air

Ces interactions dépendent en grande part du point de fusion de la fraction lipidique. En fondant, le gras déstabilise les mousses de viande. La migration des constituants eau et gras s'opère ainsi plus facilement. Les lipides à bas point de fusion accentuent le départ d'air des pâtes fines.

III. Conclusion

Aptitude à la transformation et à la conservation d'une part, et qualités hygiéniques des tissus adipeux d'autre part, sont des caractéristiques antagonistes par les facteurs qu'elles requièrent au niveau de la fraction lipidique. Pour conférer le maximum de consistance aux tissus adipeux, le technologue recherchera dans la composition de la fraction lipidique la présence d'acides gras saturés, principalement du C18 et peu d'acides polyinsaturés ; à l'inverse, l'hygiéniste recherchera la prédominance, dans cette fraction, d'acides gras polyinsaturés et les faibles teneurs en acides gras saturés, en raison de leurs effets bénéfique et nuisible dans le déterminisme de la cholestérolémie.

La liste complète des références bibliographiques est disponible chez l'auteur.

The first of the two main provisions of the new law is the one which provides for the transition to a new state. It is a very important provision, and it is one which has been the subject of much discussion. It is a provision which is of great importance to the people of the state, and it is one which has been the subject of much discussion.

The second of the two main provisions of the new law is the one which provides for the transition to a new state. It is a very important provision, and it is one which has been the subject of much discussion. It is a provision which is of great importance to the people of the state, and it is one which has been the subject of much discussion.

17.1. Overview

The first of the two main provisions of the new law is the one which provides for the transition to a new state. It is a very important provision, and it is one which has been the subject of much discussion. It is a provision which is of great importance to the people of the state, and it is one which has been the subject of much discussion.

The first of the two main provisions of the new law is the one which provides for the transition to a new state. It is a very important provision, and it is one which has been the subject of much discussion. It is a provision which is of great importance to the people of the state, and it is one which has been the subject of much discussion.

The second of the two main provisions of the new law is the one which provides for the transition to a new state. It is a very important provision, and it is one which has been the subject of much discussion. It is a provision which is of great importance to the people of the state, and it is one which has been the subject of much discussion.

The first of the two main provisions of the new law is the one which provides for the transition to a new state. It is a very important provision, and it is one which has been the subject of much discussion. It is a provision which is of great importance to the people of the state, and it is one which has been the subject of much discussion.

SECHERESSE 1986

- Propositions aux éleveurs pour pallier le déficit en ressources fourragères

SECHERESSE 1986

- Propositions aux éleveurs pour
palier le déficit en
ressources fourragères

En ce début du mois d'août, un certain nombre de régions au Sud de la Loire subissent une sécheresse qui s'avère déjà lourde de conséquences, pour la deuxième année consécutive. L'absence de pluie depuis le début juin et les fortes chaleurs depuis la fin juin se sont traduites par un manque de production fourragère qui compromet le pâturage actuel et la constitution d'un stock fourrager hivernal suffisant pour les ruminants. En outre, on ne peut actuellement pas prévoir s'il y aura des repousses d'automne, mais, si oui, elles seront certainement pâturées au lieu d'être fanées. Il en résultera des réserves fourragères insuffisantes pour le prochain hiver, dans les exploitations d'élevage bovin ou ovin de ces zones.

On peut penser à différentes solutions pour pallier le manque de fourrages classiques :

- faire des cultures dérobées à l'automne (colza...) si le temps le permet ;
- utiliser au mieux tous les sous-produits disponibles actuellement (diverses pailles) ou qui vont l'être prochainement, en particulier les cannes de maïs après récolte du grain. Ces cannes peuvent être :
 - . soit pâturées, mais la durée d'exploitation risque d'être interrompue pour des problèmes de portance du sol s'il se mettait enfin à pleuvoir ;
 - . soit ensilées. Il convient alors de les récolter le plus rapidement possible après la récolte du grain (car elles se dessechent très vite et les difficultés d'ensilage augmentent) sans y incorporer de terre comme le permet le temps actuel.

Dans certains secteurs, on pourra utiliser les co-produits des industries agro-alimentaires disponibles localement.

- envisager, dès maintenant, de diminuer la part des fourrages conservés classiques dans la ration de base hivernale des différentes catégories d'animaux
 - . soit en remplaçant une partie de ces fourrages par des céréales, des aliments concentrés ou des co-produits comme les pulpes de betteraves ;
 - . soit en substituant de la paille à une partie de ces fourrages et en couvrant le déficit énergétique qui en résulte par des concentrés. Cette

paille peut être normale ou traitée à l'ammoniac, l'intérêt essentiel de ce traitement étant surtout d'augmenter les quantités ingérées par les animaux. Il faut prévoir cette substitution dès maintenant car les régimes mixtes associant paille et foin ou ensilage sont beaucoup plus faciles d'emploi que les régimes "tout" pailles + aliments concentrés, même s'ils sont théoriquement possibles, du moins pour les animaux à faibles besoins ; si, par ailleurs, on envisage d'utiliser le traitement à l'ammoniac, celui-ci doit être rapidement mis en place pour profiter des températures plus élevées de l'été, celles-ci conditionnant alors la rapidité et l'efficacité du traitement.

Pour aider les éleveurs et leurs conseillers à approfondir ces solutions et à préparer des rations compatibles avec la capacité d'ingestion et les besoins des animaux, nous leur signalons les documents suivants :

- Alimentation des ruminants en période de sécheresse. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix*, n° 25, 65-89, écrit à la suite de la sécheresse 1976, mais qui reste encore valable pour beaucoup de solutions proposées.

Ce document a d'ailleurs été très utilement complété

- 1) par un certain nombre de fiches du RNED bovin qu'il est possible de se procurer auprès de l'I.T.E.B., Maison des Eleveurs - 149, rue de Bercy - 75595 PARIS CEDEX 12.

Ces fiches ont été diffusées en partie :

- dans les numéros 141 (juillet 1984), 146 (janvier 1985) et 155 (novembre 1985), de la revue de l'Elevage Bovin ;
- dans les dossiers techniques de la S.C.P.A. Elevage 33.

Elles portent sur les carottes, les déchets de maïs doux, les déchets et tri du maïs grain, les drêches de brasserie, l'ensilage de cannes de maïs, les feuilles et collets de betteraves, le lactosérum acide, le marc de pommes, le marc de raisin entier épuisé, la mélasse, les pailles de céréales, les pailles de céréales traitées à l'ammoniac anhydre (NH_3), les pommes de retraits, les pulpes d'agrumes, les pulpes de pommes de terre de féculerie, les pulpes de tomates, les pulpes surpressées, les racines d'endives, les sous-produits des Industries de transformation de la pomme de terre, les spathes de maïs traitées à l'ammoniac anhydre, les tubercules de pommes de terre, les vinasses de mélasse de betteraves.

2) Trois "Point Sur" portant sur le lactosérum, la paille, les pulpes surpressées.

3) Le document "Spécial Sécheresse", ITEB-EDE, de la France Agricole du 15 novembre 1985 (n° 2107) actuellement en cours de remise à jour pour les prix d'équivalence des principaux aliments.

Ces fiches et documents très récents font le point des connaissances actuelles sur la composition, la valeur nutritive, les précautions d'emploi, les quantités recommandées des principaux sous-produits de culture ou des industries agro-alimentaires et donnent des exemples de rations. Ils sont donc très complets, tout en étant très synthétiques.

Pour ceux qui désireraient trouver des données sur d'autres sous-produits ne figurant pas dans ces documents (il y en a très peu) ou des données plus détaillées sur ceux y figurant déjà, nous donnons, ci-joint, une liste d'articles de vulgarisation qui pourront être consultés.

Principaux articles à consulter

*

BOCQUIER F., THERIEZ M., 1986. Utilisation des fourrages secs par les ovins. *16e Journées du Grenier de Theix*, 1985.

CHENOST M., 1985. Valeur alimentaire des pailles traitées à l'ammoniac. Principes d'utilisation. *Journée ACAFF du 19/2/85*.

CHENOST M., BESLE J.M., BOISSAU J.M., BONY J., 1986. Conservation et utilisation des spathes de maïs par les ruminants. 1) Mise au point d'une technique de conservation et utilisation par les génisses (laitières et à viande) en croissance, âgées de un an, au cours de la période hivernale. *Bull. Techn. CRZV Theix, INRA*, 64, 37-45.

CHENOST M., GRENET N., HODEN A., 1986. Utilisation des pailles par les bovins en croissance. *16e Journées du Grenier de Theix*, 1985.

CHENOST M., DULPHY J.P., 1986. Amélioration de la valeur alimentaire des mauvais foin et des pailles par différents types de traitements. *16e Journées du Grenier de Theix*, 1985.

DEMARQUILLY C., 1977. Valeur alimentaire des ensilages de pulpes, feuilles et collets de betteraves, drêches, crucifères, tournesol, légumineuses à graines. *Revue de l'Elevage*, n° hors série : les ensilages, 106-110.

- DEMARQUILLY C., 1979. Valeur nutritive et utilisation des sous-produits de la culture du maïs. *B.T.I.*, 343-344, p. 411-420.
- DEMARQUILLY C., 1979. Valeur nutritive et utilisation des feuilles et collets de betteraves sucrières. *B.T.I.*, 343-344, p. 383-388.
- DEMARQUILLY C., MICHALET-DOREAU B., 1979. Valeur nutritive et utilisation des pellicules d'oléagineux. *B.T.I.*, 343-344, p. 375-381.
- DEMARQUILLY C., 1979. Valeur nutritive et utilisation des drêches de brasserie. *B.T.I.*, 343-344, p. 389-393.
- DULPHY J.P., 1979. Valeur alimentaire des pailles traitées ou non. *B.T.I.*, 341-342, p. 319-336.
- DULPHY J.P., PETIT M., 1979. Utilisation des pailles de céréales par des ruminants. *B.T.I.*, 341-342, p. 337-349.
- DULPHY J.P., 1982. La paille : une ressource lors des étés secs. *L'Elevage Bovin-Ovin-Caprin*, n° Juillet, 35-43.
- DULPHY J.P., BONY J., 1983. Influence de la nature de l'aliment complémentaire sur les performances de génisses recevant de la paille ordinaire ou traitée à l'ammoniac. *Bull. Techn. CRZV Theix, INRA*, 52, 37-41.
- DULPHY J.P., BOISSAU J.M., LEBLANC F., 1984. Influence du traitement à l'ammoniac sur la valeur alimentaire de pailles distribuées à des génisses. *Bull. Techn. CRZV Theix, INRA*, 55, 25-32.
- HODEN A., JOURNET M., MARQUIS B., 1979. Les aliments liquides : possibilités offertes par l'utilisation des sous-produits industriels. *Bull. Techn. CRZV Theix, INRA*, 36, 15-18.
- HODEN A., 1981. Utilisation des pailles de céréales par les génisses d'élevage. *Bull. Techn. CRZV Theix, INRA*, 44, 13-16.
- LIENARD G., DULPHY J.P., 1986. Traitement de la paille à l'ammoniac - Intérêt économique. *16e Journées du Grenier de Theix*, 1985.
- PETIT M., GAREL J.P., GRENET N., 1986. Utilisation des foin et des pailles par le troupeau de vaches allaitantes. *16e Journées du Grenier de Theix*, 1985.
- REMOND B., MARQUIS B., HODEN A., JOURNET M., 1978. Utilisation du lactosérum par les vaches laitières. *Bull. Techn. CRZV Theix, INRA*, 33, 53-59.
- THIVEND P., 1978. Le lactosérum dans l'alimentation du ruminant. *Bull. Techn. CRZV Theix, INRA*, 31, 11-17.
- ZWAENEPOEL P., LIENARD G., 1986. Coût du traitement de la paille à l'ammoniac. *16e Journées du Grenier de Theix*, 1985.

Sommaire des publications des chercheurs du centre parues dans les annales de l'I.N.R.A.

(2^{ème} semestre 1985)

M. CHENOST et W. MARTIN-ROSSET. Comparaison entre espèces (mouton, cheval, bovin) de la digestibilité et des quantités ingérées des fourrages verts. *Ann. Zootech.*, 1985, **34** (3), 291-312.

Les données bibliographiques relatives aux études comparatives de la digestibilité et des quantités volontairement ingérées entre espèces animales portent surtout sur des fourrages conservés et ont été obtenues essentiellement sur ruminants (tabl. 1).

L'objectif de notre étude était 1) de vérifier sur un ensemble de fourrages verts dont la « digestibilité mouton » variait dans des limites très larges (de 60,6 à 76,6 p. 100), tableau 2, si les différences entre espèces animales présentaient les mêmes tendances que sur fourrages conservés ; 2) d'ajouter aux ruminants (moutons, taurillons, vaches laitières) un autre herbivore non ruminant, le cheval, pour lequel il existe très peu de données.

Les fourrages verts étaient distribués à l'auge, à volonté (refus de 10 à 15 p. 100), suivant le dispositif porté au tableau 2. Les mesures de digestibilité duraient 6 jours. Lorsqu'elles étaient effectuées en continu au cours d'un cycle, une période de mesure donnée servait de période pré-expérimentale pour la suivante. Dans le cas de mesures isolées les animaux recevaient pendant la semaine précédant la semaine de mesure une herbe de caractéristique aussi voisine que possible de l'herbe expérimentale.

1. Les digestibilités de la matière organique (dMO) et de la cellulose brute (dCB) sont significativement plus élevées chez les bovins que chez les moutons (différences moyennes respectives de 5,9 et 9,0 points), elles-mêmes significativement plus élevées que chez le cheval (différences moyennes respectives de 3,8 et 8,3 points), tableau 3. La digestibilité des matières azotées (dMAT) est la même chez les 3 catégories d'animaux (fig. 3). Des liaisons étroites permettent de prévoir la dMO bovins (nous n'avons pas pu séparer les taurillons des vaches laitières en raison du nombre trop faible de mesures pour chaque type d'animaux) et la dMO cheval à partir de la dMO mouton avec une bonne précision ($S_{yx} = 2,31$ points, $n = 9$ et $S_{yx} = 2,32$ points, $n = 12$ respectivement), figure 1. Il en est de même de la prévision de la dCB (fig. 2).

La variabilité de la dMO entre animaux est la plus faible chez le mouton et la plus élevée chez les bovins.

La dMO d'un fourrage dépend essentiellement de la digestibilité de ses parois, caractérisées par les fractions « cellulose brute » et NDF (méthode de VAN SOEST, 1967).

Malgré une efficacité de mastication plus faible chez les bovins que chez les moutons, la digestibilité des parois est meilleure chez les bovins. Cette différence doit donc vraisemblablement s'expliquer par le temps de séjour des particules de fourrage dans le rumen plus long chez le bovin que chez le mouton, qui permet une dégradation cellulolytique et une digestion plus complète chez le bovin.

Les différences entre ruminants et chevaux peuvent être expliquées par une activité cellulolytique de la population microbienne plus faible et un temps de séjour des particules plus court chez le cheval que chez le ruminant.

2. Les quantités ingérées (QI) exprimées en g/kg $P^{0.75}$ sont voisines chez les bovins et le cheval mais plus élevées que chez le mouton (tabl. 3). Il ne nous a pas été possible de relier les QI bovins ou cheval aux QI moutons. La variabilité des QI, identique chez les bovins et le cheval, est plus grande que chez le mouton.

3. Les liaisons entre d'une part dMO ou QI et d'autre part les caractéristiques du fourrage (MS, composition chimique, digestibilité) sont lâches (tabl. 5) mais cela résulte, sans doute, du fait que nous avons travaillé :

- sur un nombre encore restreint de fourrages, de caractéristiques très différentes ;
- sur des animaux de stades physiologiques différents (animaux à l'entretien : mouton, cheval ; en production : vaches laitières ou en croissance : taurillons).

4. Cette étude, encore fragmentaire, complète les résultats observés sur fourrages conservés. Elle permet également de commencer à décrire la nature des relations dMO mouton/dMO bovin et dMO cheval/dMO ruminant. Il est nécessaire de la poursuivre sur d'autres fourrages verts bien caractéristiques avec des animaux pris à des stades physiologiques ou à des niveaux de production comparables d'une espèce à l'autre.

Ph. BERGE et J.P. DULPHY. Etude des interactions entre fourrage et aliment concentré chez le mouton. I. Facteurs de variation du taux de substitution. *Ann. Zootech.*, 1985, **34** (3), 313-334.

Au cours de deux essais successifs nous avons étudié, sur des moutons, les interactions entre fourrage et aliment concentré. Dans ce premier texte sont présentés les résultats concernant l'ingestion et plus précisément les taux de substitution fourrage/concentré. Les facteurs de variation suivants ont été étudiés : la nature et la proportion de l'aliment concentré, la nature du fourrage.

Dans tous les cas les fourrages ont été des foin. Dans le premier essai on a étudié 5 aliments concentrés à base respectivement de pellicules de soja, de son de blé, de céréales, de pulpe de betteraves et de lupin. Dans le second on a combiné 3 foin et 2 aliments concentrés : orge et pulpe de betterave. Chaque combinaison foin-concentré a été distribuée à volonté à 12 moutons avec respectivement 0, 30, 60 et 90 % d'aliment concentré dans la ration (3 moutons/type de ration). Les taux de substitution ont toujours été calculés par rapport au foin seul. En outre certaines rations ont été distribuées à des moutons fistulisés du rumen pour mesurer l'activité cellulolytique, le pH et la teneur en NH_3 des contenus de rumen correspondants.

Le taux de substitution a augmenté systématiquement avec la proportion de concentré dans la ration, mais l'augmentation a été forte avec les concentrés à base de céréales et de son et faible avec les concentrés à base de pulpe, de lupin et de pellicules de soja.

Dans le même temps, pour une proportion faible de concentré, le taux de substitution a été plus faible ou équivalent pour les céréales et les concentrés riches en parois digestibles (pulpe de betterave, pellicules de soja). Pour des proportions élevées de concentré, le taux de substitution a toujours été plus élevé pour les concentrés, donc les rations, riches en amidon. A l'inverse, l'augmentation de la teneur en MAT des rations a entraîné une baisse du taux de substitution.

Il y a eu aussi des différences importantes de taux de substitution selon la nature du fourrage. Ce taux a été plus élevé avec le foin le plus ingestible.

Le taux de substitution fourrage/concentré est donc très variable. Ce fait traduit dans un premier temps les variations respectives de l'effet d'encombrement des aliments associés. En effet, pour de faibles proportions de concentré, dans le cadre d'une régulation physique de l'appétit, il y a probablement simple remplacement du fourrage par le concentré. Ce dernier se digère en général plus vite et le taux de substitution est inférieur à 1.

Lorsque la proportion de concentré augmente, on assiste à une diminution de l'activité cellulolytique dans le rumen, donc de la vitesse de digestion du fourrage. L'effet d'encombrement de ce dernier augmente alors et donc, le taux de substitution, mais avec des variations importantes dues à la nature des aliments utilisés et aussi probablement à l'effet d'une régulation métabolique de l'ingestion, plus prononcée avec les concentrés riches en amidon.

H. BENAHMED et J.P. DULPHY. Note sur la valeur azotée de fourrages pauvres traités par l'urée ou l'ammoniac. *Ann. Zootech.*, 1985, **34** (3), 335-346.

Un foin tardif de prairie naturelle et une paille de blé ont été traités, sous bâche, soit avec de l'ammoniac (3 p. 100), soit avec de l'urée (5 p. 100). Les fourrages non traités et traités ont été ensuite distribués à des moutons normaux ou fistulisés du rumen. Avec la paille de blé non traitée, les moutons ont reçu en outre 100 g de tourteau de soja par jour.

Le traitement à l'ammoniac a permis d'augmenter nettement la teneur en MAT des fourrages (+ 85 et + 60 g/kg de MS), les quantités ingérées (+ 26 et + 9 p. 100) et la digestibilité de la matière organique (+ 7,9 et + 7,7 points).

Par contre le traitement à l'urée n'a pas été efficace. La teneur en MAT des fourrages a augmenté (+ 111 et + 48 g/kg de MS) mais les quantités ingérées ont diminué de 17 p. 100 pour la paille et la digestibilité de la matière organique n'a pas été modifiée. Cela est dû principalement au fait que l'urée ne s'est pas suffisamment transformée en ammoniac (19 p. 100 seulement en moyenne pour les 2 fourrages).

Avec le foin, les traitements — surtout celui à l'ammoniac — ont abaissé l'activité cellulolytique dans le rumen. Curieusement on a observé l'inverse avec la paille.

Le traitement à l'ammoniac a eu pour conséquence une baisse de la rétention azotée par les animaux.

Il semble donc bien que la valeur azotée des fourrages traités à l'ammoniac, malgré un apport important d'azote, soit relativement faible, mais la dépression de l'activité cellulolytique entraînée par le traitement n'est peut-être pas systématique.

Le traitement à l'urée, dont l'étude se développe par ailleurs et qui donne de bons résultats, devra être adapté à nos fourrages et à nos conditions de traitement.

D. GAUTHIER et J. THIMONIER. Variations saisonnières de la durée de l'inactivité ovulatoire *post-partum* et de la fertilité des vaches Françaises Frisonnes Pie-Noires élevées en Guadeloupe. *Ann. Zootech.*, 1985, **34** (3), 347-354.

Chez la vache laitière Française Frisonne Pie Noire élevée en Guadeloupe, nous avons étudié la durée de l'inactivité ovulatoire *post-partum* et analysé la répartition mensuelle des mises-bas et des fécondations.

Les femelles, placées en stabulation entravée et bien ventilée pendant la journée sont alimentées à l'auge ; la nuit, elles pâturent des savanes de Pangola.

Estimée par la variation du niveau de progestérone plasmatique, la durée de l'intervalle mise-base 1^{re} ovulation est de $35,6 \pm 11,97$ jours ($m \pm \sigma$). Elle est plus courte pour des mises-bas d'août-septembre que pour celles des autres mois de l'année (28,5 vs 37,9 jours $P < 0,01$).

Bien que des mises-bas aient lieu toute l'année, les fécondations sont plus fréquentes entre janvier et avril (56 p. 100). De plus, le nombre d'inséminations artificielles nécessaires pour obtenir une fécondation est plus faible à cette période (1,68) qu'en juillet août septembre (2,49).

D. GAUTHIER et H. VARO. Caractéristiques spermatiques des taureaux en Guadeloupe. Variations avec la race et la saison. *Ann. Zootech.*, 1985, **34** (4), 463-470.

Cette étude porte sur les variations saisonnières des caractéristiques des éjaculats des taureaux *Créoles* et *Frison*s élevés en Guadeloupe.

Estimés à partir de 3 collectes de sperme par jour, 3 jours de suite en janvier, avril, juin, septembre et novembre, le volume de l'éjaculat de 5 taureaux créoles ($4,33 \pm 2,14$ ml), la concentration ($0,57 \pm 0,39 \cdot 10^9$ SPZ/ml), le nombre total de spermatozoïdes par éjaculat ($2,58 \pm 2,52 \cdot 10^9$), la motilité massale (3 ± 1) et le pourcentage de spermatozoïdes colorés (34 ± 19 p. 100) ne varient pas avec la saison. Le pourcentage de spermatozoïdes anormaux évoluent de 6 à 17 p. 100 entre avril et septembre ($P < 0,01$).

Pour trois taureaux *Créoles* et trois *Frison*s (FF), récoltés une fois par semaine du 15 septembre au 15 mai, le volume moyen de l'éjaculat est plus élevé chez les animaux *Créoles* ($6,2 \pm 1,9$ ml) que chez les FF ($4,70 \pm 1,50$ ml ; $P < 0,01$) alors que les concentrations spermatiques sont plus faibles (0,68 vs 0,83 $\cdot 10^9$ SPZ/ml ; $P < 0,01$). Le nombre total de spermatozoïdes par éjaculat ($4,0 \cdot 10^9 \pm 2,1$), la motilité massale (4 ± 1), les pourcentages de spermatozoïdes colorés (30 ± 15 p. 100) et anormaux ($7,4 \pm 3,6$ p. 100) ne diffèrent pas entre les races. De plus aucun des paramètres étudiés ne varie avec le mois de récolte.

T. GIDENNE et C. PONCET. Digestion, chez le lapin en croissance, d'une ration à taux élevé de constituants pariétaux : étude méthodologique pour le calcul de digestibilité apparente, par segment digestif. *Ann. Zootech.*, 1985, **34** (4), 429-446.

Une méthodologie nouvelle a été mise en œuvre, chez le lapin en croissance, pour estimer l'importance de la digestion dans différents segments du tube digestif. 27 lapins néo-zélandais blancs âgés de 8 semaines ont reçu une ration riche en glucides pariétaux (25 p. 100 de cellulose brute) et en lignine (11 p. 100), et qui contenait un marqueur de la phase solide (l'oxyde de chrome mordancé). Les digesta ont été prélevés par abattage, toutes les 3 heures durant 24 heures, dans l'estomac, l'iléon terminal, le cæcum et le rectum. Les coefficients d'utilisation digestive apparents (CUDA), calculés par collecte totale des fèces, sont modestes pour la matière sèche (MS), l'énergie et les matières azotées (54 à 60 p. 100 - tabl. 1). Les hémicelluloses (VAN SOEST) sont mieux digérées (CUDA = 40 p. 100) que la cellulose (CUDA = 30 p. 100), alors que 16 p. 100 des lignines semblent digérées.

L'association de la technique d'abattage et du marquage des aliments permet de déterminer la digestibilité et les temps moyens apparents de rétention aux différents sites de prélèvements et permet, de plus, d'estimer quantitativement la cæcotrophie. Ainsi, le CUDA de la MS est de 14,1 p. 100 avant le cæcum, contre 32,2 p. 100 au niveau du cæcum. Dans le cas de l'azote (tabl. 5), cette méthode ne semble pas aussi concluante : le CUDA est négatif au niveau iléal. L'hypothèse d'un transit différentiel entre les composants du régime est avancée. Les temps moyens apparents de rétention (tabl. 4) sont de 3 à 4 heures pour l'estomac, et de 4 à 6 heures pour le cæcum ; ce qui est relativement plus faible que les valeurs de la littérature. La quantité de cæcotrophes produite quotidiennement atteint 15 p. 100 de l'ingéré total de matière sèche et 23 p. 100 de l'ingéré total de matières azotées.

J.P. DULPHY. Etude des quantités ingérées lors des grands repas chez des moutons recevant des fourrages ensilés. *Ann. Zootech.*, 1985, **34** (4), 401-416.

Pour 109 ensilages (graminées fourragères, trèfle violet, luzerne et maïs), nous avons mesuré, chez le mouton, les quantités de matière sèche ingérées lors des grands repas suivant la distribution de l'aliment. Ces quantités sont très faibles par rapport aux quantités ingérées lors des grands repas sous forme de fourrage vert : 40 à 60 p. 100, alors que la vitesse d'ingestion ne semble pas modifiée par rapport à celle des fourrages verts.

Pour des qualités de conservation proches, la finesse de hachage influe peu sur les quantités ingérées. Par contre, les légumineuses donnent des résultats beaucoup plus élevés que pour les graminées fourragères et le maïs. Enfin la diminution de la qualité de conservation entraîne une baisse des quantités ingérées par grands repas.

Ces résultats sont discutés en considérant tout d'abord les ensilages bien conservés pour lesquels la présence d'acide lactique pourrait expliquer le phénomène de rassasiement rapide observé. Ensuite, lorsque la qualité de conservation se dégrade, l'augmentation des teneurs en acides gras volatils, en particulier en acide acétique, pourrait expliquer un renforcement du phénomène avec, au départ, une action des produits de fermentation sur le goût, l'odorat et/ou des chimiorécepteurs ruminiaux et duodénaux.

Le phénomène de rassasiement rapide observé chez le mouton peut expliquer partiellement le niveau plus faible des quantités d'ensilage ingérées par rapport à celles de fourrage vert. L'animal compense cependant en ingérant plus d'ensilage que de fourrage vert lors des petits repas, ce qui indique que l'action de certains facteurs intervenant lors des grands repas ait diminué au niveau de la journée.

A. VALLET, N. GRENET et D. GAUTHIER. Influence des conditions d'élevage sur la fréquence des diarrhées de veaux nouveau-nés et sur l'efficacité de leur traitement par voie orale. *Ann. Rech. vét.*, 1985, **16** (4), 297-303.

Une étude a été conduite dans 181 élevages, représentant différentes races. L'objectif principal était de mesurer l'influence du logement des veaux et du régime alimentaire en fin de gestation des vaches sur la fréquence des diarrhées des veaux et sur l'efficacité de leur traitement oral. Un objectif complémentaire était de comparer l'efficacité des réhydratants oraux utilisés. La fréquence des diarrhées a été de 51 %, dont un peu plus de la moitié la première semaine de vie. Une alimentation incorrecte de la mère a augmenté la morbidité (53 % contre 47 % pour une alimentation correcte). On n'a pas pu mesurer l'efficacité de bonnes conditions de logement, car cinq élevages seulement répondaient aux critères définis initialement. Pour les autres, on a constaté que la cohabitation avec les vaches était moins néfaste qu'une séparation dans de mauvaises conditions : nombre trop élevé des veaux ensemble, surface trop petite par animal, courants d'air ou renouvellement d'air insuffisant. L'efficacité du traitement n'était pas significativement supérieure dans le cas d'alimentation correcte par rapport à une alimentation incorrecte. L'efficacité du traitement par le réhydratant seul a été moindre pour les veaux cohabitant avec leurs mères que pour ceux logés à l'extérieur ou en stabulation libre. Trois réhydratants, Electydral ND, Biodiet ND, Ionidiar ND, ont eu des résultats voisins, significativement supérieurs à ceux des autres. La formule à base d'acétate de sodium, Electydral ND, a permis, administrée seule de guérir 30 % des veaux en 36 heures. Lorsqu'elle était administrée pendant 72 heures, associée à des antibiotiques oraux pendant 36 heures, on a obtenu 96 % de guérison.

L. MAHIN, M. LAMAND, H. COULIBALY and M. CHADLI. A preliminary study on selenium content of forages and local by-products in the tadla area (Morocco) in connection with ovine nutritional myopathy. *Ann. Rech. Vét.*, 1985, **16** (4), 403-405.

ÉTUDE PRÉLIMINAIRE DE LA CONCENTRATION DE SÉLÉNIUM DANS LES FOURRAGES ET LEURS DÉRIVÉS EN RELATION AVEC LA MYOPATHIE NUTRITIONNELLE OVINE DE LA RÉGION DE TADLA (MAROC). — Pour apporter des éléments épidémiologiques de confirmation à une suspicion de myopathie ovine enzootique dans la région du Tadla (Maroc), 20 échantillons d'aliments, représentatifs des rations pour moutons ont été analysés concernant leur teneur en sélénium. A une exception près, tous les échantillons avaient une teneur inférieure au niveau recommandé de 0,1 mg/kg de matière sèche.

O. PEREZ, Nelly JIMENEZ de PEREZ, P. POINDRON, P. LE NEINDRE et J.P. RAVAUULT. Relations mère-jeune et réponse prolactinique à la stimulation mammaire chez la vache : influences de la traite et de l'allaitement libre ou entravé. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1985, **25** (4A), 605-618.

Dominique LABORDE, A. TALMANT, G. MONIN. Activités enzymatiques métaboliques et contractiles de 30 muscles du porc. Relations avec le pH ultime atteint après la mort. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1985, **25** (4A), 619-628.

J. GIRY, A. SAFWATE and J.P. BARLET. Control of aldosterone secretion in domestic mammals during the perinatal period. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1985, **25** (5), 993-1005.

Chez le fœtus ovin, l'aldostérone, détectée dans la circulation fœtale, provient essentiellement des surrénales du fœtus. Trois des composantes du système rénine-angiotensine (SRA), la rénine, l'angiotensinogène et l'angiotensine II sont d'origine fœtale. Le SRA fœtal répond aux tests de stimulation (administration de furosemide, hémorragie) ainsi qu'aux tests de freination (administration de phényléphrine ou d'angiotensine II) d'une manière semblable à celle de l'animal adulte. Cependant, bien que la surrénale fœtale libère de l'aldostérone sous l'action de l'angiotensine II, l'intensité de la réponse est d'autant plus élevée que le terme se rapproche, sans toutefois atteindre celle de l'animal adulte, ce qui permet de suggérer une moindre sensibilité de la surrénale fœtale ovine à l'angiotensine II. De même, la surrénale du fœtus ovin est relativement insensible à l'action des ions potassium (K^+) ou de l'hormone corticotrope (ACTH). Chez le nouveau-né, le SRA est fonctionnel et répond à la stimulation consécutive à l'administration d'un diurétique chez l'agneau et le veau ainsi qu'à la freination suite à la perfusion d'angiotensine II chez l'agneau. Les modifications de l'activité rénine plasmatique (ARP) et des concentrations plasmatiques en aldostérone que l'on observe après administration d'angiotensine II ou inhibition de l'enzyme de conversion chez l'agneau nouveau-né permettent de conclure que l'angiotensine II contrôle la sécrétion d'aldostérone et qu'il existe un rétro-contrôle négatif entre l'angiotensine II et la libération de rénine au cours de la période postnatale dans cette espèce. La surrénale de l'agneau nouveau-né est sensible aux ions potassium alors que chez le veau, si l'administration d'ACTH stimule la libération de cortisol, elle n'entraîne aucune modification de la sécrétion d'aldostérone. Il semble donc que la zone glomérulée du cortex surrénal est relativement insensible à ACTH au cours de la période postnatale dans cette espèce.

Elisabeth RICHET, Marie-Jeanne DAVICCO and J.P. BARLET. Plasma catecholamine concentrations in lambs and calves during the perinatal period. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1985, **25** (6), 1007-1016.

Les catécholamines (CA) plasmatiques (adrénaline, A ; noradrénaline, NA ; dopamine, DA) ont été dosées par radioenzymologie chez 7 brebis et leurs 7 fœtus (porteurs de cathéters carotidiens chroniques *in utero*) au cours des 19 derniers jours de gestation (127-145) et pendant la première semaine postnatale. Elles ont été aussi mesurées chez 18 veaux Holstein-Frisons au cours du premier mois postnatal. Neuf veaux étaient nés spontanément à terme (278 j). Les 9 autres avaient été délivrés par césarienne au 260^e jour de gestation.

Chez les brebis, les CA plasmatiques n'ont pas présenté de variation significative pendant la période expérimentale. Chez les agneaux, au moment de la délivrance, les concentrations plasmatiques en A, NA et DA s'élevaient jusqu'à $1\,800 \pm 520$ pg/ml, $3\,782 \pm 781$ pg/ml et 575 ± 90 pg/ml, respectivement. Elles restaient supérieures aux concentrations mesurées chez les brebis jusqu'à 2 h après la naissance pour l'adrénaline et jusqu'à 48 h après la naissance pour la noradrénaline et la dopamine.

Chez les veaux nés par césarienne, au 5^e et au 10^e j après la naissance, les concentrations plasmatiques en NA et en DA étaient supérieures à celles mesurées aux mêmes âges chez les veaux nés spontanément à terme. L'adrénaline n'était jamais différente chez les 2 lots de veaux.

Ces résultats paraissent indiquer que la décharge de CA survenant normalement au moment de la délivrance chez les animaux nés spontanément à terme apparaît plus tardivement chez ceux délivrés par césarienne. Cette immaturité de la médullosurrénale, associée à celle précédemment démontrée de l'axe hypophyso-corticosurrénalien chez ces mêmes animaux (Richet *et al.*, 1985), peut expliquer leur moins grande résistance aux différents stress survenant au cours de la période d'adaptation à la vie extrautérine.

D. GAUTHIER, G. COULAUD, F. VALLEE. Induction d'une ovulation *post-partum* chez la vache créole à l'aide d'une séparation temporaire du veau et de l'utilisation préalable d'un implant de Norgestomet. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1985, **25** (6), 1029-1035.

K. USHIDA, Bernadette LASSALAS and J.P. JOUANY. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1985, **25** (6), 1037-1046.

Nous avons étudié la validité de chaque étape du dosage de l'ARN par la méthode de Zinn et Owens (1980) utilisée pour estimer le flux d'azote microbien dans le duodénum du ruminant. Plusieurs procédés de conservation des échantillons ont été testés. L'efficacité de chaque étape de la méthode a été vérifiée en dosant les bases puriques par HPLC. La méthode proposée (RNA eq), plus détaillée que celle décrite par Zinn et Owens, a été comparée à deux autres méthodes de marquage de l'azote microbien considérées comme des références (DAP et ^{35}S). Les flux d'azote microbien ont été mesurés sur des animaux défaunés pour que les 3 méthodes puissent être comparées.

Le taux de récupération des surcharges en bases puriques étaient généralement bon (101 % sur les bases pures, 90 % lorsque les bases étaient ajoutées à des échantillons bactériens, et 96 % lorsqu'elles étaient additionnées à du RNA de levure).

Les analyses par HPLC ont montré que cette méthode spectrophotométrique est bien spécifique des bases puriques, l'ensemble des bases pyrimidiques ayant été éliminées au cours de la phase de complexation au sel d'argent. En outre, nous avons constaté que la conservation des échantillons devait impérativement être faite par lyophilisation. Dans ces conditions, le flux d'azote microbien déterminé chez le mouton par dosage de l'ARN n'a pas été significativement différent de ceux calculés à partir de marqueurs traditionnels que sont le DAP et le ^{35}S .

P. PATUREAU-MIRAND, O. BERNARD, J. PRUGNAUD, D. LEVIEUX et R. PION. Métabolisme protéique de l'agneau nouveau-né. I. Conséquences de l'ingestion de colostrum sur la glycémie, la gammaglobulinémie et les teneurs en acides aminés libres des tissus. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1985, **25** (6), 1047-1060.

P. PATUREAU-MIRAND, O. BERNARD, J. PRUGNAUD et M. ARNAL. Métabolisme protéique de l'agneau nouveau-né. II. Influence de l'alimentation sur les flux et le taux de renouvellement des protéines. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1985, **25** (6), 1061-1073.

K. USHIDA and J.P. JOUANY. Effect of protozoa on rumen protein degradation in sheep. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1985, **25** (6), 1075-1081.

Nous avons étudié l'action des protozoaires ciliés sur la dégradation des protéines alimentaires en utilisant 5 moutons défaunés et 6 moutons faunés. Nous avons déterminé la dégradabilité *in vitro* de différentes sources protéiques (graine de lupin, tourteau d'arachide et de soja, farine de poisson) à l'aide d'inoculum provenant soit des animaux défaunés soit des animaux faunés. Nous avons également mesuré la dégradabilité *in sacco* des protéines de soja. La courbe de dégradation de l'azote a été construite selon le modèle mathématique $P(t) = a + b(1 - e^{-ct})$ ce qui a permis de déterminer les paramètres a , b et c à la fois pour les animaux faunés et défaunés. Enfin nous avons mesuré l'activité protéolytique de leur contenu de rumen.

La dégradabilité *in vitro* des protéines a été plus faible chez les animaux défaunés. La diminution a été respectivement de 17, 19, 28 et 64 % pour la graine de lupin, les tourteaux d'arachide et de soja, la farine de poisson. L'effet des protozoaires a été d'autant plus important que la solubilité de la protéine était faible.

L'étude réalisée *in sacco* a montré que la fraction d'azote immédiatement solubilisée dans le rumen (a) n'est pas influencée par la présence de protozoaires ni par la taille des mailles des sachets. En revanche, ces deux facteurs, ont augmenté la valeur de la fraction d'azote insoluble et potentiellement dégradable (b) ($P \leq 0,01$). Les protozoaires ont également eu un effet positif sur la vitesse de dégradation (c) de la fraction « b ». Cet effet a été particulièrement net avec les sachets de 100 μ . L'interaction significative entre les protozoaires et la taille des mailles sur le facteur « c » montre que les ciliés de grande taille (100 μ) sont directement impliqués dans l'évolution de ce paramètre.

La mesure de l'activité protéasique du jus de rumen effectuée à l'aide d'une protéine très soluble (azocaséine), a confirmé l'effet dominant des bactéries sur la dégradation de la portion soluble de l'azote protéique. Les protozoaires, et plus particulièrement les gros *Ophryoscolecidae* (100 μ) ont eu une action particulièrement nette sur la dégradation de la fraction azotée peu soluble.

P. THIVEND, G. FONTY, J.P. JOUANY, Michelle DURAND et Ph. GOUET. Le fermenteur rumen. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1985, **25** (4B), 729-753.

M. DOREAU, Agnès DELACROIX et B. REMOND. Liaisons entre la digestion et le stade physiologique chez la vache laitière : rôle du temps de transit. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1985, **25** (4B), 779.

P. GUILLOTEAU, J.A. CHAYVIALLE, R. TOULLEC, J.F. GRONGNET et C. DARDILLAT. Evolution du taux circulant de gastrine chez le veau. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1985, **25** (4B), 780.

*Reproduction, même partielle, interdite sans autorisation des auteurs
et de l'Institut national de la Recherche agronomique*
Directeurs de la Publication : C. MALTERRE et A. HODEN

I.N.R.A. Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles
Dépôt légal : 3^{ème} trimestre 1986
N° C.P.P.A.P. : 573 ADEP